

Artigo

A experimentação na Educação em Química: Estudo Exploratório Sobre as Percepções de Licenciandos

da Silva, I. F.; da Silva, A. J. P.*

Rev. Virtual Quim., 2019, 11 (3), 937-957. Data de publicação na Web: 25 de junho de 2019

<http://rvq.sbq.org.br>

The Experimentation in Chemical Education: An Exploratory Study on Pre-Service Chemistry Teachers' Perceptions

Abstract: The experimentation has been considered as a central tool and specific for Teaching of Chemistry while the studies of ways it is understood and used in the classroom have been gaining importance. The objective of this work was to make an initial survey of the perceptions of pre-service teachers on pedagogical function of experimentation. For this, questionnaires and interviews were implemented according to a qualitative and exploratory perspective research. The results suggest that although there is a confirmatory perception of experimentation, which its objective is to confirm previously addressed theories, in pre-service teachers who were at the beginning of course, a critical and investigative perspective characterized the majority of pre-service teachers' perception who were in later stages of course, suggesting that curricular activities may be favoring this process of change. This perspective of experimentation was based on ideas categorized in motivation, quotidian and minds-on, showing a multiple and mixed character of this teacher's knowledge. The profile of perceptions about investigative experimentation suggests that a research based on follow-up of pre-service teachers' pedagogical practice is promising, both to explore absent aspects in the survey, and to advance in facing the difficulties encountered during the implementation of experiments.

Keywords: Experimentation; pre-service teachers' perceptions; education of Chemistry.

Resumo

A experimentação tem sido considerada um recurso didático central e com características únicas para o ensino de Química e Ciências de modo que tem aumentado a relevância de pesquisas sobre as formas como os professores compreendem e usam esse recurso didático em sala de aula. Nosso objetivo foi o de fazer um levantamento inicial das percepções de licenciandos em Química sobre a função pedagógica da experimentação. Para isso, questionários e entrevistas foram implementados nos moldes de uma pesquisa de base qualitativa e exploratória. Os resultados obtidos sugerem que apesar de existir uma percepção confirmatória de experimentação, cujo objetivo é confirmar as teorias previamente abordadas, em licenciandos que estão no início do curso, uma perspectiva crítica e investigativa caracterizou a percepção da maioria dos licenciandos que está em momentos finais do curso, sugerindo que as atividades curriculares podem estar favorecendo esse processo de mudança. Essa perspectiva investigativa da experimentação ficou alicerçada em ideias categorizadas em Motivação, Cotidiano e Ênfase no Pensar, mostrando o caráter múltiplo e misto desse saber docente. O perfil das percepções sobre a experimentação sugere que é promissora uma investigação baseada no acompanhamento da prática pedagógica dos licenciandos, tanto para explorar os aspectos ausentes no levantamento, quanto para avançar no enfrentamento das dificuldades encontradas durante a implementação de experimentos.

Palavras-chave: Experimentação; percepções de licenciandos; educação em Química.

* Universidade Federal Fluminense, Instituto de Ciências Exatas, Campus de Volta Redonda. Rua Desembargador Ellis Hermydio Figueira 783, Bairro Atterrado, CEP 27213-145, Volta Redonda-RJ, Brasil.

✉ alceu junior@id.uff.br

DOI: [10.21577/1984-6835.20190065](https://doi.org/10.21577/1984-6835.20190065)

A experimentação na Educação em Química: Estudo Exploratório Sobre as Percepções de Licenciandos

Israel Firmino da Silva, Alceu Júnior Paz da Silva*

Universidade Federal Fluminense, Instituto de Ciências Exatas, Campus de Volta Redonda. Rua Desembargador Ellis Hermydio Figueira 783, Bairro Aterrado, CEP 27213-145, Volta Redonda-RJ, Brasil.

* alcejunior@id.uff.br

Recebido em 30 de novembro de 2018. Aceito para publicação em 3 de junho de 2019

1. . Introdução

- 1.1. Os pressupostos teóricos sobre a experimentação
- 1.2. Os desafios para a experimentação no ambiente escolar

2. Metodologia

- 2.1. O contexto e natureza do estudo
- 2.2. Os procedimentos da análise

3. Resultados e Discussão

- 3.1. As percepções de licenciandos recém-ingressantes
- 3.2. As percepções de licenciandos veteranos
- 3.3. Percepções dos licenciandos a partir das dificuldades e conquistas

4. Encaminhamentos Finais

1. Introdução

A experimentação há muito tempo têm ocupado um papel central e distintivo no Currículo de Ciências¹, sendo considerada um elemento-chave, tanto no desenvolvimento da Ciência, quanto no seu ensino, no entanto, à medida que aumenta a importância de seu uso na escola, mais questões são colocadas como *o quê, como* e *o porquê* de implementar esse recurso didático².

Na Educação em Química, seu caráter distintivo surge com a marca do laboratório

nas aulas de Ciências no século XIX, o qual adquire, após a Primeira Guerra Mundial, a função de apenas ilustrar e verificar informações previamente aprendidas em uma lição ou em um livro didático, ao passo que, nos primeiros anos de 1960, projetos como o CHEM Study (*Chemical Educational Material Study*), o CBA (*Chemical Bond Approach*) e o Nuffield defenderiam o laboratório como um lugar para o aluno “praticar como os cientistas”, isto é, para investigar, desenvolver e testar teorias³.

No Brasil, esses projetos foram traduzidos e divulgados, mostrando-se, à época, como estratégias de inovação do ensino. Galiazzi et

al. evidenciaram que muitas das crenças compartilhadas por professores (em exercício e em formação inicial) sobre a relevância da experimentação estavam presentes nesses materiais didáticos. Os autores atentam para o fato de que, mesmo que originalmente essa estratégia não se resumisse a uma simples confirmação de teorias, “os professores, ao longo do tempo, têm mantido a importância da verificação de fatos e princípios estudados teoricamente como um dos objetivos do ensino experimental (p. 253)”⁴, sob influência de princípios empiristas tendem a provocar “reducionismos e deformações sobre seus objetivos, sobre a natureza da Ciência [e] sobre o cientista (p. 261)”⁴.

A despeito disso, segue recaindo sobre a experimentação um amplo espectro de potencialidades que fornece às atividades experimentais características únicas nos âmbitos do ensino, da avaliação e da aprendizagem, por meio do qual propicia resultados que não são obtidos por outros tipos de estratégias didáticas. Por mais de um século, conforme Hofstein e Lunetta, as atividades no laboratório têm sido reconhecidas como um lugar para o aprimoramento, nos estudantes, da “compreensão de conceitos científicos; do interesse e motivação; das habilidades científicas práticas e habilidades de resolução de problemas; dos hábitos científicos da mente e; da compreensão da natureza da Ciência (p. 38 – tradução nossa)”, sendo os dois últimos aspectos acrescentados mais recentemente⁵.

No entanto, uma visão crítica sobre esses cinco objetivos mencionados percebe a experimentação como sendo determinada por uma multiplicidade de fatores, a qual condiciona/influencia o desenvolvimento destas intenções pedagógicas. Os aspectos infraestruturais que configuram o ambiente escolar e as intenções projetadas pelos professores nos experimentos e seus conhecimentos pedagógicos, assim como, as especificidades dos alunos (motivações, nível de aprendizagem, habilidades, etc.) fazem com que as investigações sobre a eficiência dessa ferramenta de ensino tendam a

considerar três dimensões, quais sejam: a prática do professor; o comportamento dos alunos e; o tipo, o nível e a natureza da atividade na qual os alunos estão engajados³.

Nesse contexto, emergem investigações, tanto, acerca do conhecimento prático de professores de Química experientes sobre a experimentação⁶, apontando para uma natureza multidimensional, mista e contextual, ou, por meio de cursos de formação continuada, explorando suas compreensões frente aos tipos de atividades práticas privilegiadas no ensino⁷, quanto pesquisas alicerçadas no levantamento de percepções de professores em formação inicial sobre a utilidade do laboratório na aprendizagem de Química, considerando suas vivências escolares e universitárias^{8,9}.

Diante disso, esse trabalho explora as concepções de Licenciandos em Química, em um curso presencial de uma Universidade Federal, pois, dadas a sua posição estratégica na formação de professores para a região e a potencialidade desse recurso didático em promover práticas diferenciadas na escola, nos questionamos: *como a função pedagógica da experimentação em Química na Educação Básica vem sendo compreendida pelos Licenciandos?*

Em busca dessas respostas, o objetivo deste trabalho foi o de empreender um levantamento com alunos recém-ingressantes e com os alunos com mais de um ano e meio de vivências acadêmicas, no intuito de traçar um perfil dos estudantes, necessário tanto em futuras reflexões sobre Currículo do Curso de Graduação quanto para orientar novas pesquisas de aprofundamento.

1.1. Os pressupostos teóricos sobre a experimentação

A sua relevância e a sua especificidade no Ensino de Ciências, ao longo da História, confere à palavra *experimentação* um caráter polissêmico, isto é, sentidos e significados foram sendo atribuídos a ela partir dos domínios prático, filosófico e da atividade

científica, conforme Mori e Curvelo¹⁰. Nesse trabalho, assumimos a experimentação fenomenológica, envolvendo fenômenos concretos em meio natural, e a sua complementar, a experimentação por simulação¹¹, na qual os princípios daqueles fenômenos são simulados e representados visualmente em meio computacional, junto ao significado de trabalho de laboratório. Hofstein, Kipnis e Abrahams utilizam os termos trabalho prático (*practical work*), comumente usado, por exemplo, no Reino Unido, e trabalho de laboratório (*laboratory work*), usado nos EUA, como sinônimos. Embora abarquem uma ampla variedade de atividades, dificultando uma definição precisa, eles nos dizem que, “geralmente, se referem a experiências em ambientes escolares em que os alunos interagem com equipamentos e materiais ou fontes secundárias de dados para observar e compreender o mundo natural (p. 154 – tradução nossa)”³.

Nesse sentido, essas experiências podem ser pensadas sob o grau de abertura ou de fechamento das atividades propostas, ou seja, o quanto a responsabilidade sobre as decisões tomadas recai sobre o aluno ou sobre o professor¹². Essas abordagens, ao mobilizarem e desenvolverem diferentes habilidades durante o processo de ensino, permitem classificar a experimentação em: confirmatória (*confirmatory*), de descoberta (*discovery*) e investigativa (*inquiry*)¹³. Conforme Hofstein, Kipnis e Abrahams:

No laboratório tradicional confirmatório todas as atividades são organizadas pelo professor. O professor planeja o experimento, o professor é aquele que, geralmente, coloca as questões durante a aula e fornece instruções procedimentais detalhadas sobre a atividade. Em contraste, o laboratório investigativo é centrado no aluno. Em tal laboratório, os alunos fazem as perguntas, planejam o experimento e controlam suas atividades durante a aula de laboratório. Durante a condução de um experimento de descoberta, os estudantes realizam o experimento de acordo com as instruções do

*professor, eles coletam os dados, mas decidem sobre suas próprias conclusões (p. 172 – tradução nossa)*³.

Tomamos, então, a abordagem de descoberta como uma subcategoria ou uma variação da investigativa (*Inquiry*). A descoberta, enquanto um subconjunto dessa abordagem, compreende: observação, classificação, medição, previsão e inferência, ao passo que, a investigação incorpora processos adicionais como: “investigar um problema, elaborar hipóteses, projetar um experimento, reunir dados e tirar conclusões (p. 565 – tradução nossa)”¹³. Nessa direção, Bybee ressalta como sendo um equívoco conceber que todo processo investigativo tenha que se originar de questões colocadas pelos alunos, pois essa visão, levada ao extremo, “não permite outras origens para os questionamentos”, como aquelas nas quais o professor de ciências pode “fazer uma pergunta, conduzindo uma demonstração ou envolvendo os alunos em uma atividade (p. 85 – tradução nossa)”¹⁴.

Afirma o autor, se valendo do *National Science Education Standards* (de 2000), que a investigação em sala de aula é um *continuum* com múltiplas variações que vão desde um maior ou menor autodirecionamento dos alunos nas atividades até um menor ou maior direcionamento por parte dos professores, dos materiais ou de outras fontes. Sobretudo, dentro desse quadro de possibilidades, “[...] os professores são capazes de extrair características de ambos ao construírem suas aulas e, como tal, há muitas variações de trabalho de laboratório (p. 172 – tradução nossa)”¹².

Assim, o grau de participação dos alunos na execução das etapas dos experimentos nos mostra que, na abordagem confirmatória, o professor é o responsável por todas as etapas e, na abordagem investigativa, os alunos podem ser responsáveis por todas as etapas ou, pelo menos, por aquelas que envolvam a interpretação dos fenômenos e a construção de significados, ou seja, os dois últimos

aspectos são inexistentes na perspectiva confirmatória, porque o seu alvo é a comprovação de teorias e conceitos a partir de evidências empíricas. Por outro lado, podemos classificar os experimentos quanto ao responsável pela etapa específica de manipulação dos materiais, reagentes e equipamentos, isto é, experimentos demonstrativos, quando apenas o professor os manipulam, e não demonstrativos, quando os alunos manipulam os objetos materiais.

Encontramos três variações do experimento demonstrativo, a primeira, quando ele é controlado e manipulado apenas pelo professor (o qual explica, passo a passo seu funcionamento e seu propósito), ela traz a vantagem de melhor direcionar a atenção dos alunos sobre os aspectos de interesse dos fenômenos observados e, com isso, de ordenar o pensamento dos alunos¹³. A segunda variação aparece quando o professor, ao conduzir a demonstração, faz perguntas aos alunos sem fornecer respostas, podendo ser parte de um processo mais amplo envolvendo perguntas, hipóteses e planejamento de experimentos adicionais³. No Brasil, vemos que a terceira variação, denominada de demonstração investigativa, ocorre quando o professor manipula, porém, é guiado pelos alunos durante a resolução de problemas experimentais, de modo, a “dar tempo para os alunos levantarem hipóteses e indicarem soluções que, então, serão realizadas pelo professor (p. 13)”¹⁵. Se a primeira variação tem um potencial confirmatório, as outras duas assumem um viés investigativo.

Por sua vez, os experimentos não demonstrativos, podem ser conduzidos pelos estudantes de forma individual ou cooperativamente, sendo que ambas as formas podem assumir características confirmatórias ou investigativas. Uma leitura sociológica da Ciência tem contribuído para, não apenas, afastar da experimentação a ideia de “método científico”, praticada por gênios, de forma isolada e neutra, mas, também, para a promoção, no ambiente escolar, da condução de atividades experimentais por grupos de alunos, pautada no diálogo entre

professor e alunos e visando a aprendizagem dos conhecimentos científicos necessários para uma atuação crítica na vida cotidiana.

Numa leitura psicológica e crítica, o “inerente” carácter motivador dos experimentos também tem sido revisto. Abrahams tem mostrado que apesar de os experimentos terem um valor afetivo muito positivo, um baixo número de estudantes opta por seguir no campo científico, mesmo preferindo as aulas experimentais e as frequentando por um bom tempo durante a escolarização¹². Então, vemos um recuo na essencialização dessa função motivadora para melhor entender a experimentação sob a ideia de interesse situacional de curto prazo (*short-term situational interest*), não duradouro, pelo fato de que, ao contrário da motivação e do interesse pessoal, o “interesse situacional pode não durar até o final de uma aula específica”, auxiliando a entender “porque os alunos necessitam ser, constantemente, reestimulados”³ por meio de experimentos.

Se, por um lado, é inegável o interesse que essas atividades despertam nos alunos, geralmente, acostumados com aulas de giz e quadro verde, com poucas interações dialógicas e com a imobilização do corpo, por outro, o carácter manipulativo ou de uma ênfase no fazer (*hands-on*) não esgota a função dos experimentos. Em outras palavras, é imprescindível o desenvolvimento, na prática pedagógica, de relações entre o mundo dos objetos e dos fenômenos materiais e o mundo do pensamento.

Neste contexto, Solomon defende que sem um “visionamento” (*envisionment*) o experimento perde o seu significado, pois, sendo aquele o processo de elaboração de “uma ‘imagem’ repleta de ações passadas para obter uma compreensão do que está acontecendo (p.197 – tradução nossa)”¹⁶, cabe ao professor “ajudar aos alunos a mudar o que é visto para uma ilustração vívida de ideias científicas potencializadoras de ações futuras (p. 62-63 – tradução nossa)”¹⁷. Com esse modelo mental (interno e constituído pelas dimensões verbal e não-verbal) posto em ação (escrito/desenhado) para imaginar o

que ocorre “abaixo da superfície observável” dos fenômenos abordados, a experimentação passa a ser explorada do campo da percepção em direção ao campo conceitual. Exorta o autor que o visionamento e a realização de experimentos se beneficiam mutuamente, seus atributos não têm semelhanças com outros tipos de tarefas do tipo papel e lápis.

O estudo de Abrahams e Millar reforça que o uso da experimentação nas escolas poderia ser mais efetivo “se os professores reconhecessem que as ideias explicativas não ‘emergem’ das observações, não importa o quão cuidadosamente elas sejam guiadas e asseguradas (p. 1965 – tradução nossa)”¹⁸, pois, para além da manipulação de objetos e equipamentos físicos, o trabalho de laboratório, também, deve cumprir a função de auxiliar aos estudantes no desenvolvimento de ligações entre as observações e as ideias científicas.

Outra dimensão da experimentação, e que vem ganhando ênfase desde os anos de 1980, é a sua interface com as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Lunetta e Hofstein observam que a interação com simulações pode ajudar os alunos a entenderem sistemas, processos ou fenômenos reais para os quais, muitas vezes, pode fornecer, para determinados tópicos curriculares, uma representação da realidade que não é alcançada por meio de materiais reais⁵, por exemplo, “em casos em que a reação química é muito rápida ou muito lenta (p. 164 - tradução nossa)”³. Em geral, as atividades com simulações consomem menos tempo e são menos dispendiosas que os seus equivalentes físicos, ao passo que, permitem aos alunos confrontarem e resolverem problemas, bem como, tomarem decisões e observarem os efeitos.

De acordo com Hofstein, existem evidências que o emprego de tecnologias digitais junto ao trabalho de laboratório, nas escolas, pode melhorar a aprendizagem de ideias científicas e encorajar o desenvolvimento de importantes habilidades de aprendizagem¹³. Quando essas tecnologias são empregadas de forma adequada para a

coleta e a análise dos dados, os alunos têm mais tempo para observar, refletir e construir os conhecimentos que fundamentam suas experiências de laboratório³. Por exemplo, sensores ligados a softwares permitem múltiplas coletas de dados ao longo do tempo, bem como, a organização dos dados na forma de gráficos ou tabelas. Assim, os processos de visualizar, interpretar e relatar os dados são potencializados nas investigações.

As TIC também podem assumir um papel importante tanto como suporte da comunicação dos resultados e suas interpretações (desde slides com recursos multimídias à pequenos vídeos de divulgação científica) quanto na comunicação entre os alunos do mesmo grupo de trabalho (por meio de mensagens instantâneas, grupos em rede sociais, etc.) e, em ambas as situações, favorecendo nos alunos a prática colaborativa, a habilidade de argumentação científica e a metacognição.

Em resumo, as pesquisas indicam que apesar de a eficiência da relação entre TIC e experimentação não ser um consenso, o desenvolvimento dessa integração, e que ocorre em diferentes níveis, é promissora e positiva para o Ensino de Química e Ciências.

1.2. Os desafios para a experimentação no ambiente escolar

Em nosso contexto, os desafios para a implementação crítica de experimentos nas aulas de Química, no Ensino Médio, passam por uma superação da concepção confirmatória de experimentação. Em geral, encontramos duas aulas semanais de Química, por turma de alunos, dispostas em sequência e perfazendo um tempo médio de uma hora e quarenta minutos. Descontados os encargos administrativos e práticos (lista de presença e acomodamento dos alunos após os intervalos) e os compromissos avaliativos (provas, testes e trabalhos, etc.), o tempo se constitui como um objeto de disputa e tensão curricular.

Essa compressão do espaço-tempo tende a favorecer uma abordagem confirmatória pelo fato de que, sendo uma atividade do tipo receita rígida, a sua condução centra-se em conseguir mostrar o que deve ser observado, em manipular como informa o procedimento e em explicar os fenômenos com base no que foi ensinado anteriormente. Essa configuração tende a ser escolhida, também, porque se funda na segurança intelectual do professor, ou seja, não existindo perguntas ou a exploração das concepções prévias e alternativas dos alunos, a instrução transcorre sem desvios conceituais, imprevistos práticos e consumindo pouco tempo em sala de aula.

Entretanto, como vimos na seção anterior, a garantia dessa manipulação e dessa observação de fenômenos, com uma “ênfase no fazer” (*hands-on*), *de per se*, não se converte em mobilização conceitual, por meio de uma “ênfase no pensar” (*minds-on*), necessária para a elaboração de conhecimentos químicos. Nesse sentido, o acréscimo de um momento para o visionamento ou as práticas de visualizações (de interiorizar, de construir e de exteriorizar, por meio da escrita/desenho, modelos mentais explicativos), é tão ou mais importante quanto o evento observado e pressupõe sua articulação com os experimentos para melhor dividir o tempo gasto em sala de aula entre o fazer (o prático) e o aprender (o teórico). Em outras palavras, os conceitos não emergem do mundo material, cabe ao trabalho de laboratório ajudar aos alunos a criarem as ligações entre o domínio de objetos, materiais e fenômenos e o domínio das ideias¹².

Nesse sentido, nas aulas de Química, experimentos com uma extensa lista de procedimentos (a qual, geralmente, é lida e “explicada” durante a implementação) não apenas podem consumir bastante tempo, mas, com isso, afastar temporalmente os momentos da prática/observação dos momentos da articulação entre os conhecimentos prévios e os fenômenos produzidos (pelo menos do início dessa construção). Esse aspecto, reforça a potencialidade das demonstrações não

confirmatórias, uma vez que, podem tanto consumirem um tempo menor de execução, quanto serem viabilizadas em contextos de restrições logísticas¹³ (ausência de sala ambientada ou laboratório, quantidade pequena de equipamentos, materiais e reagentes), além de serem menos dispendiosas e mais seguras¹³.

Por sua vez, o desenvolvimento de investigações abertas, nas quais os alunos próprios elaboram as questões e projetam, implementam e analisam os resultados experimentais, encontram obstáculos que são a disponibilidade de: tempo, oportunidade, orientação e o suporte pertinente aos alunos³. Pode-se adicionar a esses obstáculos alguns elementos do desenvolvimento da metacognição, atribuída a essas estratégias abertas, como por exemplo, o trabalho em pequenos grupos, o tempo reservado para a discussão nesses grupos e a exploração das questões levantadas pelos alunos³, o que, na maioria das vezes, não são propiciados pela organização ou currículo escolares.

O tempo necessário para o aluno refletir criticamente sobre o material objetivo apresentado também recai sobre a experimentação por simulação, uma vez que, ao se tratar de uma representação da realidade e por mobilizar capacidades cognitivas específicas pode acarretar em dificuldade de aprendizado se usada de forma mecânica e imediata. Em resumo, concordamos com uma perspectiva que olha para experimentação sem dela exigir o cumprimento de muitos objetivos (pedagógicos e educacionais)³, mas, como uma ferramenta que pode cumprir funções relevantes e específicas, quando se constitui parte de um planejamento de ensino mais amplo (sequências didáticas) e contextualizado.

Sob o ponto de vista da formação inicial, dois desafios são colocados. Como os dois lados de uma mesma moeda temos, por um lado, uma visão *confirmatória* da experimentação que tende a apagar o caráter ativo (manual/mental) dos estudantes no processo de construção do conhecimento químico e, por outro, uma sobrevalorização de

uma abordagem totalmente *aberta* que tende a constranger o uso de outras formas de experimentação (demonstração investigativa, variações do *continuum*, etc.), além de diluir ou fragmentar o papel do professor na negociação de significados (instrução direta e dialogada, auxílio na mediação entre os conceitos cotidianos ou alternativos e os conceitos escolares) necessária para a apreensão da natureza abstrata dos conceitos científicos.

Por isso, aqui, as investigações com experimentos plenamente autônomas são entendidas como um ponto de chegada e não, aprioristicamente, como um ponto de partida. Uma visão ligeiramente próxima aos níveis A, B e C mencionados por Arruda e Laburú, sob os quais sugerem um movimento que pode começar com demonstrações, passando por experimentos manipulados e refletidos pelos próprios alunos e chegando ao nível onde os alunos constroem os equipamentos e realizam experimentos sofisticados, no sentido de que, de certa forma, “[...] o caminho de A para C é uma espécie de *processo de filtragem*, pelo qual só os estudantes que realmente se interessam pela ciência, os futuros cientistas, teriam interesse em passar (p. 65 – grifos dos autores)”¹⁹.

Diante do exposto, vemos que a complexidade e as potencialidades do uso de experimentos no Ensino de Química tornam os saberes docentes construídos e reconstruídos durante a formação inicial um objeto de investigação pertinente e estratégico, quando se pretende promover práticas pedagógicas diferenciadas em Química.

2. Metodologia

No intuito de avançarmos na compreensão das concepções de professores de Química em formação inicial sobre a *função pedagógica da experimentação*, procedemos com uma pesquisa com características de abordagem qualitativa, isto é, por se aproximar de um

trabalho com “descrições, comparações, interpretações e atribuição de significados, possibilitando investigar valores, crenças, hábitos, atitudes e opiniões de indivíduos ou grupos (p. 21)”²⁰, tendo o ambiente natural como fonte direta para a coleta de dados.

Seu objetivo tem caráter exploratório, pois, de acordo com Silva, citado por Cruz, busca “familiarizar-se com o fenômeno”, “obter uma nova percepção dele”, “descobrir novas ideias (p. 31)”²⁰ e, com isso, “ampliar o conhecimento [sobre as concepções de licenciandos],[...] [tornando] a situação em questão mais explícita (p. 32)”²¹. Para isso, empreendemos um levantamento inicial com vistas a obter as primeiras informações pertinentes à elaboração de um perfil dos licenciandos em Química no que tange as suas percepções sobre o papel da experimentação.

A análise das respostas foi inspirada na Análise de Conteúdo²². O material foi digitalizado (transcrito para planilhas do Calc da Suíte LibreOffice) e, depois de codificado, foi realizada uma leitura flutuante vertical (todas as respostas para uma mesma pergunta) e horizontal (todas as respostas de um mesmo participante). O processo de categorização das respostas foi realizado à luz do referencial teórico sobre a experimentação no Ensino de Química e Ciências.

2.1. O contexto do estudo

No momento da pesquisa, os Licenciandos em Química investigados estavam regularmente matriculados num curso de graduação com um total de 146 alunos inscritos em disciplinas. Na forma de projeto, dois questionários e um roteiro de entrevistas foram, previamente, submetidos a um Comitê de Ética e, depois de aprovados, foram implementados.

Os professores de Ciências, quando questionados em situações inesperadas ou sob pressão, emitem respostas sobre a eficácia e o valor afetivo do trabalho prático que podem não refletir, necessariamente, as

suas crenças pessoais mais consolidadas. Abrahams²³ ressalta que, nessas condições, eles emitem o acreditam ser as respostas *profissionais* adequadas, isto é, mobilizam concepções tradicionalmente aceitas, mais como forma de se sentirem parte da comunidade de educadores do que por terem acessado pesquisas científicas sobre o tema. Por outro lado, respostas mais *pragmáticas* são emitidas e tendem a se aproximar das crenças pessoais baseadas nas próprias vivências, quando os professores se sentem mais relaxados e menos profissionalmente desafiados.

No sentido de reforçar o foco na emissão de respostas pragmáticas, optamos por fazer questões abertas e em número reduzido, solicitamos as impressões tanto positivas quanto negativas do uso da experimentação e de forma indireta tentamos suscitar percepções por meio da comparação entre o papel da experimentação na Universidade e na Educação Básica (esta última baseada em Berger⁸).

Dois grupos de respondentes voluntários foram criados, os *recém-ingressantes* formados por alunos que ingressaram no semestre corrente (2017/02) ao da implementação e aqueles ingressantes no semestre anterior (2017/01), com o intuito de focar nas suas ideias vindas da Educação Básica, e outro grupo denominado de *veteranos* foi constituído por alunos que ingressaram antes do segundo semestre de 2016, isto é, aqueles que estavam há mais de um ano matriculados no curso. Foram distribuídos 87 questionários impressos em

papel, dos quais 30 foram entregues para recém-ingressantes e os outros 57 aos veteranos.

Desses 87 questionários, foram recolhidos apenas 40 devidamente preenchidos (27,4 % do total de alunos inscritos), dos quais 12 eram de recém-ingressantes e 28 de veteranos. Os questionários recebidos foram codificados em veteranos e recém-ingressantes por siglas (LV e LR), de forma a preservar o anonimato. Após a leitura das respostas obtidas, procedemos com o convite para a realização de entrevistas diretas²¹ (com roteiro), sendo que apenas cinco licenciandos do grupo de veteranos aceitaram participar. As entrevistas foram realizadas nas dependências da Universidade, gravadas em áudio e o nome do entrevistado foi codificado com a adição da letra “E” em sua sigla. Os áudios foram transcritos e as respostas complementaram a análise dos questionários.

2.2. Os procedimentos da análise

As percepções dos licenciandos recém-ingressantes foram analisadas relacionando as respostas em P3 (Quadro 1), destinada a uma ênfase na percepção valorativa da experimentação, com as respostas em P4, na qual o licenciando precisaria “mobilizar” suas crenças para “explicar” como conduziria a implementação de experimentos, enquanto que a percepção sobre as dificuldades de implementação na Educação Básica foram tomadas das respostas à P2.

Quadro 1: Perguntas implementadas aos licenciandos recém-ingressantes

P1	Durante o Ensino Fundamental ou o Ensino Médio, os seus professores de Química ou de Ciências realizaram experimentos em sala de aula ou no laboratório da escola? () Não () Sim. Quantas vezes?
P2	Para você, quais são as principais dificuldades que impedem a realização de experimentos na Escola?
P3	Em sua opinião, é importante o uso de experimentos nas aulas de Química na escola? Explique sua resposta:
P4	Imagine que você é um professor de Química do Ensino Médio, como você organizaria e aplicaria um experimento numa sala de aula? Descreva os detalhes.

Um segundo questionário, destinado aos licenciandos veteranos (Quadro 2), teve suas respostas analisadas em dois blocos. Enquanto P3 buscava uma ênfase valorativa, P4 solicitava uma leitura da sua função pedagógica (suscitando aspectos do ensino e da aprendizagem). As concepções surgidas aqui foram comparadas com as respostas em P5, pois, nesta última, os licenciandos deveriam “aplicar” as concepções organizadas anteriormente para se posicionarem frente ao uso de experimentos na Escola e na Universidade. As ideias surgidas e que se mantiveram coerentes ao longo desse bloco formaram subcategorias.

Num segundo bloco, primeiro, a P6 procurou explorar a mobilização de memórias sobre vivências em disciplinas e das atividades acadêmicas que influenciaram na construção de ideias sobre o papel da experimentação para, posteriormente, em P7, “mobilizarem” essas compreensões na tarefa de “analisar” uma vivência de implementação de experimentos, de forma que deveriam explicitar tanto os aspectos positivos (os bem-sucedidos) quanto as dificuldades encontradas, isto é, um momento oportuno para o uso livre de críticas pessoais e entendimentos não normatizados pelos discursos acadêmicos ou escolares. As ideias

surgidas no bloco um foram confrontadas com as do bloco dois, sendo que as concepções constantes formaram uma categoria.

Para as entrevistas, as seguintes perguntas formaram um roteiro fechado: Você já teve a oportunidade de organizar e implementar uma atividade experimental numa sala de aula? Fale sobre os aspectos positivos e negativos e das dificuldades (P8); O que você pensa da utilização de experimentos em sala de aula? Como futuro professor, você usaria essa ferramenta? (P9); Baseado na sua concepção de experimentação, qual a importância dessa ferramenta? (P10); Você se sentiria seguro para aplicar um experimento numa sala de aula? (P11) e; Por que você pensa que a experimentação na universidade é diferente da experimentação do Ensino Médio? (P12).

As respostas emitidas nas entrevistas serviram para complementar as análises e as ideias levantadas pelos questionários. Categorias e subcategorias de análise foram elaboradas para as ideias surgidas sobre a concepção de experimentação (Quadro 3) e apenas categorias para aquelas que retrataram as dificuldades e as facilidades encontradas na mobilização deste recurso didático.

Quadro 2. Perguntas implementadas aos licenciandos veteranos

P1	Você cursou ou está cursando alguma(s) da(s) disciplinas a seguir? Metodologia para o Ensino de Química I e II e Instrumentação para o Ensino de Química; Pesquisa e Prática de Ensino I, II, III e IV. Quais?
P2	Você participou ou participa de alguma outra atividade relacionada ao Ensino de Química? Participação no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID); Participação em Projeto de Iniciação Científica na área de Educação em Química e Participação Grupos de Estudos da área de Educação em Química. Qual delas?
P3	Para você, qual é a importância da experimentação no ensino de Química?
P4	Qual é a função pedagógica da experimentação no contexto da Educação Básica?
P5	Existem diferenças entre a experimentação no Ensino Médio e a experimentação nas disciplinas de Química da Universidade? Explique sua resposta.
P6	Dentre as disciplinas que você cursou ou está cursando ou as demais atividades realizadas no curso (Questão 1 e 2), qual(is) delas te deram suporte para entender o papel das atividades experimentais na disciplina de Química do Ensino Médio? Por quê?
P7	Se você já teve a oportunidade de planejar e implementar um experimento em sala de aula (no PIBID, no Estágio ou em Projetos), nos responda: quais foram as suas principais dificuldades e quais aspectos foram bem-sucedidos?

Quadro 3. Categorias e subcategorias de análise elaboradas para a concepção de experimentação

Categorias	Descrição
Confirmatória	Critério de Inclusão: Ideias sugerindo que o papel do experimento é confirmar conceitos químicos previamente ensinados. Critério de Exclusão: Ideias sugerindo que o papel do experimento é provocar questões e auxiliar os alunos na construção de conceitos químicos.
Investigativa	Critério de Inclusão: Ideias sugerindo que o papel do experimento é provocar questões e auxiliar os alunos na construção de conceitos químicos. Critério de Exclusão: Ideias sugerindo que o papel do experimento é confirmar conceitos químicos previamente ensinados.
Subcategorias	Descrição
Empirismo	Ideias sugerindo que a manipulação dos experimentos é suficiente para a aprendizagem dos conceitos químicos ou que esses últimos emergem diretamente das observações.
Motivação	Ideias sugerindo que o experimento motiva a aprendizagem dos alunos e desperta interesse pela disciplina de Química.
Cotidiano	Ideias sugerindo que o experimento deve articular os conceitos químicos com os saberes cotidianos, para ajudar a entender fenômenos do dia a dia ou para contextualizar as práticas experimentais.
Conhecimento	Ideias sugerindo, de forma vaga e ambígua, que o experimento é importante na construção de conhecimentos químicos, mas sem especificar, claramente, se é por meio da confirmação daqueles previamente ensinados ou geração de novos conceitos.
Ênfase no Pensar	Ideias sugerindo a necessidade de pensar sobre os fenômenos observados.

3. Resultados e Discussão

3.1. As percepções de licenciandos recém-ingressantes

Do total de 12 licenciandos recém-ingressantes, 10 responderam que vivenciaram a experimentação durante a Educação Básica. Quando perguntado sobre as principais dificuldades encontradas no uso desse tipo de recurso didático, os respondentes emitiram um ou mais motivos, sendo que, os aspectos infraestruturais (Tabela 1) tiveram maior ocorrência nas respostas (11), as quais abrangeram a falta de laboratório ou sala apropriada, de equipamentos e materiais e de condições financeiras. A falta de interesse dos professores pela implementação de

experimentos foi a segunda maior ocorrência (04), ao passo que, aspectos curriculares também foram percebidos (02), como por exemplo, a falta de tempo, conforme nos diz LC34: “[pelo fato de] a carga horária da disciplina de Química ser curta, e com isso o professor não consegue se organizar para aulas práticas”, assim como, a influência de uma visão propedêutica de ensino sobre a disputa desse tempo escolar.

A estrutura educacional vigente requer que os professores sacrifiquem uma compreensão maior e interesse dos alunos visando resultados imediatos no vestibular, fazendo o uso de todo tempo possível para esse fim e esquecendo sua função de instigar o interesse e provocar o entendimento do conteúdo (LC10).

Quando relacionamos as 12 respostas obtidas em P3 com aquelas em P4, encontramos marcas de uma concepção de experimentação *confirmatória* nas respostas de 10 licenciandos (Tabela 1). Em 09 desses respondentes, apareceram ideias da subcategoria *empirismo*. Como exemplo dessas ocorrências, respectivamente, de *empirismo* e de *confirmatória*, mencionamos LC1 quando diz, em P3, “[p]ois Química é uma ciência experimental, logo tem que haver experimento para um maior aprendizado”, e, posteriormente, propõe, em P4, que “[...] inicialmente explicaria tudo em sala e aplicaria exercícios e os explicaria em sala de aula e depois os levaria no laboratório”. Semelhante a isso, temos LC9, em P3: “Pois é colocando em prática aquilo que se aprende na teoria é

que se fixa na cabeça” e, em P4, quando sugere que: “[...] primeiro eu demonstraria no *data show* o experimento e o passo a passo, em seguida iria para o laboratório e os alunos iriam pôr em prática o que viram e aprenderam”.

Outro exemplo está em LC8, quando escreve, em P3, que a experimentação é importante porque o “aluno consegue ver a teoria na prática”, portanto, propõe, em P4, levar “algumas experiências fáceis com as coisas que os alunos teriam em casa”, pois acredita “que é muito importante explicar a teoria e também demonstrá-la para os alunos na prática”. Houve apenas uma ocorrência da subcategoria *motivação* junto a categoria *confirmatória*.

Tabela 1. Concepções de licenciandos recém-ingressantes

	Infraestrutura	Desinteresse Docente	Currículo	Desinteresse Discente
Natureza das dificuldades de implementação (ocorrência livre)	11	04	02	01
	Confirmatória		Investigativa	
Concepção de Experimentação (n = 12)	10		02	
Subcategoria Empirismo	09		-	
Subcategoria Motivação	01		02	

As concepções sobre a experimentação adquiriram características investigativas em apenas 02 licenciandos recém-ingressantes (Tabela 1) e ambas junto a subcategoria *motivação*. Como exemplo dessas ocorrências, respectivamente, *motivação* e *investigativa*, mencionamos LC10, na resposta em P3, quando diz que “[d]efinitivamente, experimentos são uma poderosa ferramenta para instigar a curiosidade e despertar o interesse dos alunos pela disciplina”, sendo que, a seguir em P4, sugere que “[...] o professor deve ministrar um experimento que contradiga o senso comum dos alunos, e estes

devem elaborar explicações para os resultados”. Em LC34 temos a seguinte sequência de respostas para P3 e P4, respectivamente:

Na escola quase ninguém se interessa por Química, as práticas são mais atrativas [...] [é uma] forma de prender a atenção do aluno na disciplina fazendo ele se interessar, e também tirar aquela coisa de só copiar e exercício (LC34).

Explicaria para os alunos o que seria feito e

como, e então eles fariam e registrariam. Então desenvolveria uma atividade sobre o experimento, questionando as reações que ocorreram, uma explicação, etc. tentando sempre trazer aquilo para a vivência do aluno em seu dia a dia (LC34).

Em síntese, as concepções sobre a experimentação em licenciandos recém-ingressantes sugerem ser fortemente centradas na abordagem confirmatória, de comprovação de teorias na prática, e com argumentos empiristas, do tipo: que os conhecimentos emergem da observação, por isso, a prática os “fixam na cabeça”. Em respostas a P1, vimos que, de um total de doze, 07 licenciandos vivenciaram atividades experimentais na escola, sugerindo que as ideias confirmatórias tenham origens nas suas vivências tanto na Educação Básica, quanto tenham sido reforçadas pela disciplina de graduação Química Experimental, pois, conforme Berger⁸, graduandos no primeiro ano de curso e matriculados nesse tipo de disciplina mostraram que a sua importância foi porque ela “relacionou ou aplicou conteúdo das aulas”, “forneceu uma maneira prática ou visual de aprender o conteúdo” e, “uma pequena porcentagem dos alunos disse que o laboratório permitiu que eles pensassem mais profundamente sobre o conteúdo” (p. 24).

3.2. As percepções de licenciandos veteranos

Do total de 28 licenciandos veteranos, 21 tiveram experiências como bolsistas do PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência) e 08 em Iniciação Científica na área de Educação em Química. Desse grupo de

licenciandos, após uma análise dos pré-requisitos entre as disciplinas Metodologia para o Ensino de Química I (MET I) e II (MET II), Instrumentação para o Ensino de Química (INST) e Pesquisa e Prática de Ensino (PPE) I, II, III e IV, encontramos que apenas 05 licenciandos não haviam iniciado as atividades de estágio supervisionado (vinculadas às PPE), sendo que, 22 estavam cursando ou cursaram a PPE II, a PPE III ou a PPE IV.

Em relação as disciplinas vimos que apenas 03 licenciandos cursaram ou estavam cursando apenas INST ou MET I, enquanto que 25 cursavam ou cursaram a MET I e 14 licenciandos cursaram a MET II. Apenas 04 respondentes não tiveram a oportunidade de planejar e implementar experimentos didáticos em Química. Portanto, a amostra conseguiu abranger um perfil de alunos com as experiências necessárias, nos campos da Metodologia do Ensino e do Estágio para que seus saberes sobre a experimentação expressassem as influências curriculares do curso de graduação.

Na Tabela 2, vemos que de um total de 28 licenciandos veteranos, indícios de uma abordagem *confirmatória* de experimentação foram observados em 04 destes. Junto a essa abordagem apareceram ideias das subcategorias *Empirismo, Cotidiano e Conhecimento*, sendo que a primeira se mostrou a mais mobilizada e comum a todas as respostas dessa categoria. Como exemplos dessa subcategoria, temos que a experimentação serve “para o aluno conseguir enxergar com mais facilidade todas as teorias (LV4)”, isto é, “[para que] os discentes possam ver os conceitos da teoria, mas na prática (LV20)”. Outro licenciando afirma que o recurso deve “[l]evar o aluno a ‘descoberta’ de fenômenos (LV24)”.

Tabela 2. Concepções de Experimentação Conformatória em licenciandos veteranos

1ª e 2ª maiores ocorrências por respondente	Quantidade de Respondentes (n = 28)	Quantidade de respondentes que apresenta vivências curriculares em:			
		Disciplinas (MET I, MET II ou INST)	Estágio	PIBID ou GE ou IC	Implementação de experimentos
1. Empirismo; 2. Motivação	02	01	-	-	-
1. Empirismo; 2. Cotidiano	01	01	01	-	-
1. Empirismo; 2. Conhecimento	01	01	01	-	01
Total:	04				

Esses dados convergem com o trabalho de Mattos, Kotowski e Wenzel, pois, também perceberam essa percepção empirista em licenciandos com afirmações do tipo: “esse momento onde tu percebes que o aluno aprende vendo (p. 03)”²⁴. Ainda, emergiram ideias na subcategoria *Motivação*, como em LV4, pois a “[...] experimentação para a educação básica consegue despertar melhor a curiosidade do aluno (LV4)”. Ideias dessa subcategoria também foram encontradas, em licenciandos, por Teixeira *et. al.*²⁵. Por sua vez, as ideias da subcategoria *Cotidiano*, apareceram, na resposta de LV20, quando diz que a “experimentação no ensino médio, que busca relacionar mais os conceitos científicos com os conceitos do dia a dia dos alunos (LV20)”.

Essa subcategoria é considerada por Araújo e Abib como uma modalidade de uso da experimentação capaz de propiciar a ilustração e a análise de fenômenos presentes em situações cotidianas, sendo que, para os autores “[e]stas situações são consideradas como fundamentais para a formação das concepções espontâneas dos estudantes, uma vez que, estas concepções se originariam a partir da interação do indivíduo com a realidade do mundo que os cerca (p. 186)”²⁶.

Ocorrências como essa também foram relatadas por Teixeira *et. al.*²⁵, as quais indicavam o uso da experimentação para compreender um fenômeno e “aplicar esse entendimento em outros exemplos do cotidiano (p. 06)”. Na subcategoria *Conhecimento*, temos apenas uma menção do tipo: a importância dos experimentos é para “construir o conhecimento [químico] (LV24)”.

No que tange aos fatores contextuais, podemos perceber que metade dos licenciandos tem vivência em estágio e nenhum deles em PIBID, GE ou IC, sendo que apenas um licenciando teve a oportunidade de implementar experimentos, sugerindo que a aprendizagem dos saberes pertinentes ao uso crítico de experimentos pode ser potencializado por momentos curriculares de articulação entre teoria e prática pedagógica, como ações de intervenção em sala de aula (PIBID e Estágio) ou por estudos sistemáticos em grupos de estudos e pesquisa no campo da Educação em Química (PIBID, GE, IC).

As concepções *investigativas* dos licenciandos veteranos são apresentadas na Tabela 3 e foram acompanhadas de ideias nas subcategorias *Cotidiano*, *Ênfase no Pensar*, *Conhecimento* e *Motivação*. Essa nova subcategoria, *Ênfase no Pensar*, pode ser vista

em exemplos como em LV5, quando o licenciando escreve que a experimentação deve “[...] despertar no aluno seu senso crítico ao analisar e discutir os fenômenos observados em sua vida (LV5)”, voltando a afirmar, em P5, que no Ensino Médio ela está voltada “para a análise crítica de fenômenos observados (LV5)”. Temos ainda quando o papel dos experimentos é: “[...] fazer o aluno pensar criticamente sobre o mundo que os cercam (LV13E)”; “[...] estimular o aluno a pensar (LV14)”; levar “[...] os alunos a pensarem sobre os fenômenos ocorridos (LV16E)”; “[...] desenvolver o intelecto do estudante para soluções de problemas ou investigação do fenômeno em estudo (LV32)”; “[...] levantar discussão e investigações onde os alunos propõem hipóteses e os testam, o exercício do conhecimento (LV36E)” e; possibilitar “[...] que os alunos construam seus

próprios saberes partindo da experimentação (LV37E)”.

Esses dados corroboram com Mattos, Kotowski e Wenzel, uma vez que, caracterizam a dimensão investigativa da experimentação, também, pelo papel que o professor assume na mediação do processo de construção do conhecimento, focando na dimensão do pensar sobre o observado, e, para isso, o professor lança “[...] mão de perguntas pedagógicas que instiguem e mobilizem o pensamento dos alunos acerca de um fenômeno (p. 05)²⁴”. Ocorrências dessas ideias em licenciandos foram encontradas, pelos autores, em respostas do tipo: a experimentação “[...] envolve diálogo, questionamentos e produções que vão proporcionar o envolvimento dos alunos na construção do conhecimento deles (p. 06)²⁴”.

Tabela 3. Concepções de Experimentação Investigativa em licenciandos veteranos

1ª e 2ª maiores ocorrências por respondente	Quantidade de respondentes que apresentam vivências curriculares em:				
	Quantidade de Respondentes (n = 28)	Disciplinas (MET I, MET II ou INST)	Estágio	PIBID ou GE ou IC	Implementação de experimentos
1. Cotidiano; 2. Ênfase no Pensar e Motivação	09	09	09	08	09
1. Ênfase no Pensar; 2. Motivação e Cotidiano	08	08	06	08	07
1. Conhecimento; 2. Cotidiano e Motivação	04	04	04	03	04
1. Motivação; 2. Ênfase no Pensar e Cotidiano	03	03	02	03	03
Total:	24				

Ao analisarmos a Tabela 3, percebemos que as ideias sobre a *Ênfase no Pensar* aparecem como primeira maior ocorrência

em 08 respostas e como a segunda maior ocorrência em 12 respostas, por outro lado, a categoria *Cotidiano* apareceu em maior

frequência tanto como em primeira (09) quanto em segunda (15) maior ocorrência por respondente. Podemos sugerir que no perfil dos respondentes a concepção de experimentação investigativa assume uma tríade de ideias e ambas se apresentaram numa ordem crescente de mobilização, ou seja, *Motivação, Ênfase no Pensar e Cotidiano*.

Nas entrevistas informais, quando perguntado ao licenciando LV13E: O que você pensa da utilização de experimentos em sala de aula? O mesmo responde reforçando as ideias da subcategoria *Cotidiano*, conforme vemos a seguir:

Bom, eu acho uma ferramenta muito legal desde que o professor planeje direitinho quais os objetivos que ele quer e tipo [pausa] trabalhe mesmo, é [pausa] por exemplo, eu vou fazer um experimento sobre coloides [pausa] o que esse experimento vai trazer pro meu aluno? Sabe? de conhecimento? O que eu posso discutir? não só em termos de matéria, conceitos, é [pausa] o que aquele conceito de colóide trouxe pra sociedade, entendeu? Trouxe pra tecnologia, entendeu? Então, colocar o conceito mesmo dentro cotidiano do aluno e seria uma ferramenta interessante por causa disso. Porque proporciona isso (LV13E).

Na subcategoria *Ênfase no Pensar*, o licenciando LV16E é enfático, ao responder a pergunta anterior, afirmando o papel da experimentação em promover a participação dos alunos, em nível de pensamento, expressa “nas ideias” que são “retiradas” (de sua passividade) por meio dos “conhecimentos prévios”, conforme sugere o trecho que segue:

Usaria [a experimentação] [...] principalmente porque eu acho que você tem que abrir um canal de comunicação entre o professor e o aluno e isso é uma forma de eles participarem da aula sem ficarem com medo de falar e sem contar que é a forma de problematizar algum assunto, pra começar a

surgir ideias e retirar os conhecimentos prévios dos alunos [pausa] a experimentação é muito importante nessa parte (LV16E).

Mais adiante, quando perguntado sobre porque você pensa que a experimentação na Escola e na Universidade são diferentes (na P12), vemos que o mesmo licenciando mobiliza novamente concepções dessa subcategoria. Dentro da perspectiva investigativa, mesmo assumindo características de descoberta, isto é, a colocação de problemas e procedimentos pelo professor, a descrição não suprime a prática de criação de hipóteses e modelos explicativos por parte dos alunos pois, ao contrário, percebemos indícios de que estes últimos são valorizados e são o ponto de partida para uma negociação de significados, como indica o trecho abaixo:

Porque eu acho que no Ensino Médio a gente abre o diálogo, a gente constrói o [pausa] a gente tá construindo o conhecimento junto com os alunos através das perguntas, através da problematização, a gente vai abrindo pros grupos falarem as respostas que eles acham [pausa]. A gente faz um roteiro [pausa] e a partir do roteiro a gente explora essa conversa, esse diálogo dos conceitos, os conceitos prévios são trabalhados [...] [Na escola] a gente vai fazendo um meio de campo, porque os alunos [pausa] tipos assim, eles vão procurar bastante chegar próximo ao que a gente quer e, quando não chegam, a gente também sabe de onde partir, a partir do conhecimento que eles vão mostrando (LV16E).

Um retrato das duas maiores ocorrências (*Cotidiano* e *Ênfase no Pensar*) pode ser visto no licenciando LV39E, uma vez que, no trecho abaixo as duas ideias são mobilizadas na mesma pergunta e em sequência, quando foi solicitado que usasse a sua concepção de experimentação para descrever a importância desse recurso didático. Depois de reconhecer a relação da experimentação com a dimensão concreta (do campo das sensações), a eleva

para uma função de promover a reflexão (do campo do pensamento) voltada ao entendimento do mundo submicroscópico (do campo representacional) e sugerindo a inserção do fenômeno químico experimentado numa abordagem contextualizada (outros conhecimentos e suas relações com a sociedade), como indica o trecho a seguir:

[...] É [pausa] que o experimento faça parte de algum determinado momento do processo de ensino-aprendizagem pra poder permitir que os estudantes tenham contato sensitivo, num primeiro momento, com os fenômenos químicos e que a partir daí [pausa] desse contato sensitivo, possa ser elaborar reflexões por trás desse fenômeno e entender a dinâmica submicroscópica da natureza. É claro que não pode ficar restrito à Química, o experimento tem que ter também um caráter de análise desses fenômenos dentro do conhecimento humano e dentro da sociedade como um todo, concebo o experimento dessa forma. [...] (LV39E).

Em síntese, podemos perceber que, nos licenciandos recém-ingressantes, as ideias sobre a abordagem confirmatória foram majoritárias e sustentadas com a maior ocorrência da subcategoria *Empirismo*, com apenas uma ocorrência da *Motivação*, sugerindo certa uniformidade no conteúdo dos seus argumentos. Por outro lado, em licenciandos veteranos, a concepção dessa abordagem foi minoritária e o conteúdo de seus argumentos aumentou com as ocorrências das subcategorias *Cotidiano* e *Conhecimento* (Tabela 2), no entanto, quando observamos as vivências curriculares desse grupo de respondentes, se sobressai a ausência de experiências com a implementação de experimentos e a participação em atividades de estudos extracurriculares no campo da Educação em

Química (PIBID, Grupos de Estudos e Iniciação Científica) sugerindo a importância de momentos de articulação entre práticas e teorias, durante o curso de formação inicial.

A concepção de experimentação na abordagem investigativa, por sua vez, apareceu compreendendo as subcategorias anteriores, mas com uma alta frequência da nova subcategoria *Ênfase no Pensar*, sugerindo que essa abordagem pode ser o diferencial para sustentar essa abordagem, na média em que, no caminho formativo dos licenciandos (dos recém-ingressantes aos veteranos) essa concepção de experimentação deixa de se tornar unária, se sustentando por argumentos de natureza múltipla.

Dessa forma, os resultados obtidos se aproximam das características encontradas em um professor de Química experiente pois, conforme Wei e Liu, a natureza das orientações docentes sobre o ensino praticado são multidimensionais e mistas, incluem visões contemporâneas e tradicionais do Ensino de Ciências, moldam diferentes aspectos do conhecimento pedagógico do conteúdo do professor, o qual é específico do contexto e, por vezes, pode ser restringido por vários fatores contextuais⁶.

3.3. Percepções dos licenciandos a partir das dificuldades e conquistas

Outra dimensão explorada foi a percepção dos licenciandos veteranos sobre as dificuldades encontradas e os aspectos que foram bem-sucedidos durante as suas vivências na implementação de experimentos, por meio da pergunta P7. As respostas foram analisadas com o foco na concepção de experimentação expressa direta ou indiretamente, ou seja, sem um interesse na origem ou nas determinações desses obstáculos ou dessas realizações pedagógicas.

Tabela 4. Dificuldades e conquistas na implementação de experimentos investigativos

	Planejamento	Ênfase no Pensar	Desinteresse Discente	Infraestrutura	Tempo Cotidiano	Cotidiano	Não respondeu
Dificuldades (ocorrência livre)	05	08	07	02	04	02	01
	Planejamento	Ênfase no Pensar	Motivação	Infraestrutura	Tempo Cotidiano	Cotidiano	Não respondeu
Conquistas (n = 24)	01	03	12	03	-	01	04

As ocorrências livres de ideias em cada respondente foram contabilizadas (na Tabela 4) e o resultado mostrou que se, por um lado, a preocupação em utilizar os experimentos para promover o pensamento sobre o fenômeno observado (e não a simples manipulação de objetos e a observação passiva) foi marcante em suas concepções sobre a experimentação, por outro, esse processo também foi assumido como de difícil implementação, como podemos ver nas 08 ocorrências da categoria *Ênfase no Pensar*, no campo Dificuldades.

A segunda maior dificuldade foi o desinteresse dos alunos, com 07 ocorrências. Notemos que, na tríade constituinte do perfil das concepções dos licenciandos veteranos, a categoria *Motivação* apareceu atrás de *Cotidiano* e de *Ênfase no Pensar*, o que sugere que as dificuldades encontradas ajudaram a formar uma ideia mais próxima da perspectiva de um interesse situacional de curto prazo do que uma aposta ingênua e essencializadora do “infalível efeito motivador” desse recurso didático. Como ilustração temos passagens como a do licenciando LV19, quando diz que: “Maiores dificuldades encontradas foram nos aspectos motivacionais dos alunos, os mesmos apresentam elevados níveis de distração (LV19)”, ou em afirmações do tipo: “A principal dificuldade foi a desmotivação dos alunos que por não estarem acostumados

com esse modelo de aula, não se interessam muito em participar [...] (LV36E)”.

Por outro lado, a alta ocorrência da subcategoria *Ênfase no Pensar* pode ser lida como um aspecto bem consolidado na concepção de experimentação investigativa (porque foi percebido e mobilizado como um processo complexo), uma vez que, a dificuldade encontrada em fazer os alunos pensarem sobre os fenômenos em uma parte dos licenciandos não fez diminuir a sua importância na mobilização de uma concepção investigativa de experimentação (Tabela 3). Podemos ver um exemplo no licenciando LV32, quando o mesmo afirma que a “maior dificuldade foi fazer com que os alunos compreendessem o experimento, mais do que estava ali na frente deles, fazer com que os alunos entendessem os conceitos por trás do experimento, essa foi a maior dificuldade (LV32)”, ou em LV3, a “maior dificuldade é dos alunos explicarem cientificamente [o observado] [...]. A dificuldade dita passa pela grande deficiência de [os alunos] escreverem o que pensam (LV3)”.

Nesse momento, emergiu a categoria *Planejamento*, sob a qual foram agrupadas ideias sobre o trabalho de organizar materiais e equipamentos específicos (de baixo custo, uso doméstico ou laboratorial),

procedimentos e perguntas de forma que a configuração final da proposta assumisse duas características: a) o experimento é uma ferramenta (dimensão crítica da técnica) que precisa ser manipulado e apropriado pelo professor, isto é, se afasta da ideia de reproduzir uma receita disponível na literatura ou em repositórios da internet e; b) o experimento como uma ferramenta que deve se explicitar como parte de uma estratégia mais ampla (dimensão metodológica da técnica), ou seja, de uma sequência didática, de um instrumento avaliativo, entre outros.

Alguns exemplos sob o item *a* podem ser vistos em LV2, no trecho: as “dificuldades foram de adaptação, saber o que fazer para a elaboração e implementação [...] (LV2)”; ou em LV14, quando escreve: “Levar um experimento para sala de aula não é simples, tem que ser tudo bem planejado e testado para lidar com os imprevistos (LV14)”. Sob o item *b*, temos a ligação da dimensão crítica da técnica com o seu emprego na mediação entre os aspectos concreto e abstratos dos fenômenos experimentados pelos alunos, explicitando o necessário processo de negociação de significados na aprendizagem conceitual promovido após tarefas como a de prever, observar e explicar o observado, como as práticas de visualização (ou o visionamento), etc., conforme vemos em LV13E:

“[...] maiores dificuldades encontradas foi na elaboração de um material que se adequasse as propostas de implementação. E uma outra dificuldade foi saber o que fazer com os dados obtidos nos experimentos e como poderíamos ajudar o aluno a organizar o pensamento de forma a construir o seu próprio conhecimento (LV13E)”.

Ainda, podemos ressaltar que a categoria *Tempo*, marcada por 04 ocorrências de ideias sobre a insuficiência do tempo destinado a experimentação, como expresso por LV30 e LV35, respectivamente, a “falta de [...] tempo de aula (LV30)” e “[o] tempo, mesmo com

tudo planejado (LV35)”, também, condiz e complementa a maior ocorrência da subcategoria *Ênfase no Pensar*, pois, com visto anteriormente, a implementação de experimentos orientados para explorar o fazer e o pensar, a articulação entre as ideias e as observações, requer mais tempo do que a experimentação de tipo confirmatória. Se uma abordagem investigativa no extremo do *continuum* reservado a autonomia plena do estudante (o qual propõe problema e procedimento e executa e analisa os resultados) encontra no tempo disponível um dos seus principais obstáculos, é de se esperar que uma abordagem mais ao centro desse *continuum* (como a do tipo de descoberta) assumam um dispêndio maior de tempo (para o aluno refletir, propor modelos explicativos, etc.), quando comparada com a abordagem confirmatória da experimentação.

No campo Conquistas (Tabela 4), ou seja, na percepção dos aspectos que foram bem-sucedidos na implementação de experimentos, apenas uma resposta (uma característica) foi apresentada por licenciando, sendo que 03 deles não responderam. Dentre as categorias que formaram a concepção investigativa, *Cotidiano* e *Ênfase no Pensar* foram aquelas que tiveram menor ocorrência (01 e 03, respectivamente), sugerindo que explorar nos fenômenos observados a contextualização e o pensamento dos alunos não são intenções pedagógicas simples ou de fácil implementação. Essas baixas ocorrências podem se relacionar com as ocorrências encontradas em Planejamento, pois, esta última, ao expressar ideias amplas de organização dos artefatos e das ações que dão forma ao trabalho prático, podem englobar as deficiências mencionadas naquelas duas categorias.

Por outro lado, parece que a complexidade envolvida no uso crítico de experimentos em sala de aula deslocou a percepção do aspecto mais bem-sucedido para a Motivação, ou seja, 12 licenciados (50 % dos respondentes) evidenciaram que as atividades experimentais conseguiram despertar o interesse nos alunos, fato que, reforça essas ideias no perfil dos

licenciandos, porém, não ao ponto de reduzir o perfil a tais percepções.

Por último, cabe destacar que ideias do tipo ênfase no fazer (*hands-on*), isto é, sobre o papel da experimentação em promover aprendizagens procedimentais (habilidades, saber fazer, etc.) não foram suscitadas pelos licenciandos, mesmo nos licenciandos que tiveram vivências com esse recurso didático (Tabela 4), mostrando semelhanças com o levantamento feito por Teixeira *et. al.* no qual esses aspectos foram pouco valorizados, ou seja, o saber fazer “não foi contemplado em nenhum momento nas respostas dos participantes, apesar de a literatura defender que o ambiente do laboratório pode propiciar o desenvolvimento de habilidades específicas e de hábitos mais adequados ao ambiente de laboratório (p. 06)”²⁵.

4. Encaminhamentos Finais

Esse levantamento inicial aponta para a presença de uma concepção confirmatória de experimentação em licenciandos que estão no início de seus estudos, no curso de graduação, ao passo que, muito pouco ocorre em licenciandos com vivências em disciplinas pedagógicas de Química e na implementação de experimentos, sugerindo que a matriz curricular e os projetos de extensão e de pesquisa podem estar favorecendo esse processo de mudança.

O afastamento desse viés confirmatório foi acompanhado de uma concepção investigativa da experimentação alicerçada no seu caráter motivador, na sua função de promover a aprendizagem conceitual por meio da articulação entre ideias e observação e na inserção dos experimentos numa abordagem pedagógica contextualizadora. A natureza exploratória desse estudo, por um lado, não conseguiu produzir um detalhamento das formas que a experimentação assumiu e sustentou os argumentos, mas, por outro, apreendeu os aspectos conceituais gerais do grupo de

licenciandos.

Por isso, sobre esses resultados cabe uma investigação aprofundada e orientada pela tríade de ideias fundantes das concepções dos futuros professores de modo a desvelar o hiato existente entre o que escrevem/falam e o que fazem com a experimentação em sala de aula. Nesse ambiente complexo, é pertinente avançar na pesquisa relacionando as intenções projetadas e as suas percepções por parte dos alunos, cotejando os planejamentos de ensino com a observação das respectivas aulas pelos pesquisadores e implementando entrevistas informais antes e depois das implementações de experimentos, com alunos e licenciandos.

Dessa forma, a potencialidade dessa ferramenta nas aulas de Química da Educação Básica e as contribuições da formação inicial para a localização de seu uso numa perspectiva crítica indicam que é promissor um estudo complementar alicerçado nas práticas pedagógicas dos licenciandos, tanto como forma de explorar os aspectos ausentes como: concepção de ciência, suporte de novas tecnologias e aprendizagem de habilidades, quanto para avançar no enfrentamento das dificuldades encontradas durante a implementação de experimentos.

Referências Bibliográficas

- ¹ Hofstein, A; Mamlok-Naaman, R. The laboratory in science education: the state of the art. *Chemistry Educational Research and Practice* **2007**, *8*, 105. [CrossRef]
- ² Park, W; Song, J. Goethe’s Conception of ‘Experiment as Mediator’ and Implications for Practical Work in School Science. *Science & Education* **2018**, *27*, 39. [CrossRef]
- ³ Hofstein, A; Kipnis, M; Abrahams, I. Em *Teaching Chemistry – A Studybook: a practical guide and textbook for student teachers, teacher trainees and teachers*; Eilks, I.; Hofstein, A., eds.; Sense Publishers: Rotterdam, 2013. Cap. 6 [CrossRef]

- ⁴ Galiazzi, M. do C.; Rocha, J. M. B.; Schmitz, L. C.; de Souza, M. L.; Giesta, S.; Gonçalves, F. P. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências. *Ciência & Educação* (Bauru) **2001**, *7*, 249. [CrossRef]
- ⁵ Hofstein, A.; Lunetta, V. N. The Laboratory in Science Education: foundations for the twenty-first century. *Science Education* **2004**, *88*, 28. [CrossRef]
- ⁶ Wei, B.; Liu, H. An experienced chemistry teacher's practical knowledge of teaching with practical work: the PCK perspective. *Chemistry Education Research and Practice* **2018**, *19*, 452. [CrossRef]
- ⁷ Lewthwaite, B. Thinking about practical work in chemistry: teachers' considerations of selected practices for the macroscopic experience. *Chemistry Education Research and Practice* **2014**, *15*, 35. [CrossRef]
- ⁸ Berger, S. G.; *Tese de Doutorado*, University of California, EUA, 2015 [Link]
- ⁹ Sneddon, P. H.; Hill, R. A. Perceptions, views and opinions of university students about chemistry learning during practical work at school. *Chemistry Education Research and Practice* **2011**, *12*, 312. [CrossRef]
- ¹⁰ Mori, R. C.; Curvelo, A. A. S. A polissemia da palavra "Experimentação" e a Educação em Ciências. *Química Nova na Escola* **2017**, *39*, 291. [CrossRef]
- ¹¹ Giordan, M. O papel da experimentação no Ensino de Ciências. *Química Nova na Escola* **1999**, *10*, 43. [Link]
- ¹² Abrahams, I.; Em *Encyclopedia of Science Education*; Gunstone, R., eds. Springer: New York, 2015, Cap. 194. [CrossRef]
- ¹³ Hofstein, A.; Em *Encyclopedia of Science Education*. Gunstone, R., eds. Springer: New York; 2015, Cap. 197. [CrossRef]
- ¹⁴ Bybee, R. W.; *The Teaching of Science: 21st-Century Perspectives*. NTSA press: Arlington, 2010.
- ¹⁵ Carvalho, A. M. P.; Em *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula*; Carvalho, A. M. P. de (org.); Cengage: São Paulo, 2013, Cap. 1.
- ¹⁶ Solomon, J.; Em *Practical Work in School Science: which way now?* Wellington, J.; eds.; Routledge: London, 2003, Cap. 11. [CrossRef]
- ¹⁷ Solomon, J.; Em *Practical work in Science Education: recent research studies*; Leach, J.; Paulsen, A. Roskilde University Press: Frederiksberg, 1999, Cap. 04.
- ¹⁸ Abrahams, I.; Millar, R. Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education* **2008**, *30*, 14, 1945. [CrossRef]
- ¹⁹ Arruda, S. de M.; Laburú, C. E.; Em *Questões atuais no Ensino de Ciências*; Nardi, R. 2a ed. Escrituras, São Paulo, 2009, Cap. 6.
- ²⁰ Cruz, V. A. G.; *Pesquisa em Educação*. Person: São Paulo, 2009.
- ²¹ Malheiros, B. T.; *Metodologia da Pesquisa em Educação*. LTC: Rio de Janeiro, 2011.
- ²² Bardin, L.; *Análise de Conteúdo*, Edições 70: Lisboa, 1977.
- ²³ Abrahams, I.; *Practical Work in Secondary Science: a minds-on approach*. Continuum: New York, 2011.
- ²⁴ de Mattos, A. P.; Kotowski, L. D.; Wenzel, J. S. A concepção de experimentação no ensino de Ciências/Química para professores em formação inicial e continuada. *Ciência em Tela* **2015**, *8*, 1. [Link]
- ²⁵ Teixeira, G. J.; Paixão, G. A.; Espir, I. F.; de Oliveira, A. C.; Padim, D. F.; Epoglou, A.; *Trabalho Completo do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Florianópolis, Brasil, 2017. [Link]
- ²⁶ Araújo, M. S. T. de; Abib, M. L. V. dos S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física* **2003**, *25*, 176. [Link]