



FRANCISLAINY NATÁLIA DA SILVA

**CONTRIBUIÇÕES DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS
INVESTIGATIVAS PARA A PROMOÇÃO DE HABILIDADES
COGNITIVAS NO ENSINO SUPERIOR EM QUÍMICA**

LAVRAS – MG

2022

FRANCISLAINY NATÁLIA DA SILVA

**CONTRIBUIÇÕES DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS
INVESTIGATIVAS PARA A PROMOÇÃO DE HABILIDADES COGNITIVAS NO
ENSINO SUPERIOR EM QUÍMICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental, área de concentração em Ensino de Ciências, para obtenção do título de Mestre.

Profa. Dra. Rita de Cássia Suart

Orientadora

LAVRAS – MG

2022

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Silva, Francislainy Natália da.

Contribuições das atividades experimentais investigativas para a promoção de habilidades cognitivas no ensino superior em química / Francislainy Natália da Silva. - 2022.

141 p.

Orientador(a): Rita de Cássia Suart.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2022.

Bibliografia.

1. Ensino por Investigação. 2. Atividades experimentais. 3. Níveis de Investigação. I. Suart, Rita de Cássia. II. Título.

FRANCISLAINY NATÁLIA DA SILVA

**CONTRIBUIÇÕES DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS
PARA A PROMOÇÃO DE HABILIDADES COGNITIVAS NO ENSINO SUPERIOR
EM QUÍMICA**

**CONTRIBUTIONS OF EXPERIMENTAL ACTIVITIES INVESTIGATIVE FOR
THE PROMOTION COGNITIVE ABILITIES IN HIGHER EDUCATION IN
CHEMISTRY**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental, área de concentração em Ensino de Ciências, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 19/11/2021

Profa. Dra. Simone Alves de Assis Martorano - USP

Profa. Dra. Marianna Meirelles Junqueira – UFLA

Profa. Dra. Rita de Cássia Suart

Orientadora

LAVRAS – MG

2022

*Aos professores que acreditam que podem mudar o mundo, por meio da educação.
Dedico*

AGRADECIMENTOS

Chegou o final de mais uma etapa. Hoje tenho a oportunidade de agradecer as pessoas que comigo compartilharam e contribuíram para que esta meta fosse atingida.

Agradeço a Deus, que me guiou e concedeu persistência e sabedoria para continuar, coragem para acreditar, força para não desistir e proteção para me amparar nos dias difíceis.

Aos meus pais, Antônio e Valdete, exemplos de simplicidade, sabedoria e a minha irmã Fernanda por me ajudarem a transformar essa oportunidade em realização, através de seus incentivos e carinho, confiança, força transmitida e motivação incondicional.

Com muito amor, agradeço ao Thércio pelo carinho, compreensão e paciência, por sempre estar ao meu lado, me incentivando e amparando da melhor forma.

À minha querida orientadora Profa. Rita, minha grande referência, gratidão pela amizade incondicional. Pela dedicação, profissionalismo e incentivos. Mesmo com tantos balõesinhos, nunca deixou de acreditar que eu sempre poderia mais. Minha eterna gratidão.

À querida Josy, não existem palavras que possam definir o carinho que tenho por você. Um exemplo de ser humano, e ainda me deu de presente a Debrinha. Obrigada por estarem sempre em meu caminho, pela amizade, incentivo e tanta colaboração. Vocês estarão para sempre no meu coração.

Aos professores da Universidade por todo o ensinamento compartilhado durante essa trajetória que permanecerá comigo por toda a vida e em especial a Marianna, Renata e Paulo Ricardo.

Em toda caminhada, passamos por diversos obstáculos e sempre existe uma maneira de contorná-los ou deixá-los mais leve. E uma dessas maneiras, sem dúvida alguma são os nossos amigos, esses que nos encorajam, nos estimulam e acreditam firmemente que somos capazes de superar todas as dificuldades. Registro nessas breves linhas o meu respeito, carinho e gratidão aos amigos Gabi, Rani, Isa, Flávia, Jana, Marcela, Sabrina, Giovanna, Laís, Ed, Josi.

Ao Departamento de Química, em especial as professoras Malu e Elaine pela oportunidade, pelas contribuições, ensinamentos e por todo apoio durante o desenvolvimento desta pesquisa.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Ambiental pela oportunidade concedida.

À CAPES pela concessão do programa.

À todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, minha eterna gratidão.

*Não fui eu que lhe ordenei? Seja forte e corajoso!
Não se apavore, nem se desanime, pois o Senhor, o seu Deus,
estará com você por onde você andar".*

Josué 1:9

RESUMO

Diante dos mais diversos estudos e reflexões sobre as atuais mudanças no Ensino de Ciências, é perceptível a importância de incorporar, na prática docente, atividades que estejam ancoradas em uma abordagem de ensino por investigação, de forma a possibilitar aos estudantes compreender e utilizar os conceitos estudados em situações cotidianas. Diante disso, a presente pesquisa tem por objetivo analisar as contribuições de dois roteiros experimentais investigativos, bem como das aulas ministradas na perspectiva da abordagem de Ensino por Investigação, para a manifestação de Habilidades Cognitivas por estudantes de um curso de Licenciatura e Bacharelado em Química. O primeiro roteiro elaborado tinha por intuito construir, juntamente com os estudantes, conceitos relacionados a prática de Preparação de Soluções e Diluição, e o segundo roteiro, desenvolver os conceitos relacionados a Cinética Química. Por meio dos resultados obtidos, constatou-se que as atividades propostas na perspectiva da abordagem de Ensino por Investigação trouxeram contribuições para a construção do conhecimento e habilidades por parte dos alunos. Entretanto, ao analisar as atividades propostas, verificou-se a necessidade de adequações, como uma problemática que esteja melhor relacionada à realidade dos alunos, questões de ordens cognitivas mais elevadas, para que haja uma aprendizagem mais significativa, além do desenvolvimento de diferentes habilidades, como a elaboração de hipóteses, realização de inferências, comparação de dados, pelos estudantes. Portanto, é necessário que o Ensino por Investigação seja compreendido nos cursos de formação como uma importante abordagem didática que contribui para que os estudantes possam participar de maneira ativa das atividades e que dominem os conceitos científicos, mas, também, que sejam cidadãos mais críticos e atuantes no meio no qual estão inseridos e os professores envolvidos sejam capazes de reconhecer as contribuições dessa abordagem de ensino, tanto para a formação científica quanto cidadã.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino por Investigação. Atividades Experimentais. Níveis de Investigação. Habilidades Cognitivas.

ABSTRACT

In view of the most diverse studies and reflections on the current changes in Science Teaching, the importance of incorporating, in teaching practice, activities that are anchored in a teaching approach by investigation, in order to enable students to understand and use the concepts, is noticeable. studied in everyday situations. Therefore, this research aims to analyze the contributions of two investigative experimental scripts, as well as the classes taught from the perspective of the Teaching by Investigation approach, for the manifestation of Cognitive Skills by students of a Licentiate and Bachelor's Degree in Chemistry. The first script designed was intended to build, together with the students, concepts related to the practice of Preparation of Solutions and Dilution, and the second script, to develop concepts related to Chemical Kinetics. Through the results obtained, it was found that the activities proposed in the perspective of the Teaching by Investigation approach brought contributions to the construction of knowledge and skills by the students. However, when analyzing the proposed activities, there was a need for adjustments, as a problem that is better related to the reality of students, issues of higher cognitive orders, so that there is more significant learning, in addition to the development of different skills, as the elaboration of hypotheses, making inferences, comparing data, by the students. Therefore, it is necessary that Teaching by Investigation is understood in training courses as an important didactic approach that contributes so that students can actively participate in the activities and that they master scientific concepts, but also that they are more critical citizens and active in the environment in which they are inserted and the teachers involved are able to recognize the contributions of this teaching approach, both for scientific and civic education.

KEYWORDS: Research Teaching. Experimental Activities. Research Levels. Scientific Literacy. Cognitive Abilities.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Principais características de atividades experimentais por demonstração, verificação e investigação	34
Quadro 2: Níveis de Abertura de Priestley (1997).....	35
Quadro 3: Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A), em atividades experimentais.....	36
Quadro 4: Nível de Investigação do proposto na apostila.....	55
Quadro 5: Organização das atividades realizadas	57
Quadro 6: Episódio das aulas	60
Quadro 7: Ordem das transcrições	61
Quadro 8: Níveis investigativos adaptados de Silva (2011) para análise dos roteiros experimentais, onde C, significa categoria.....	61
Quadro 9: Nível de cognição das questões propostas para os alunos.....	63
Quadro 10: Nível de cognição das respostas escritas pelos alunos.....	64
Quadro 11: Níveis de investigação do roteiro elaborado pela pesquisadora – Aula de Preparação de Soluções e Diluição.....	67
Quadro 12: Primeiro episódio da aula - Aula de Preparação de Soluções e Diluição.....	71
Quadro 13: Continuação primeiro episódio da aula - Preparação de Soluções e Diluição	72
Quadro 14: Segundo episódio da aula - Aula de Preparação de Soluções e Diluição.....	73
Quadro 15: Terceiro episódio da aula – Aula de Preparação de Soluções e Diluição.....	75
Quadro 16: Terceiro episódio da aula – Aula de Preparação de Soluções e Diluição.....	76
Quadro 17: Quarto episódio da aula – Aula de Preparação de Soluções e Diluição	77
Quadro 18: Quinto episódio da aula – Aula de Preparação de Soluções e Diluição.....	78
Quadro 19: Sexto episódio da aula - Aula de Preparação de Soluções e Diluição	80
Quadro 20: Questões propostas no roteiro experimental - Aula de Preparação de Soluções e Diluição	81
Quadro 21: Nível de Investigação do roteiro elaborado pela pesquisadora – Aula de Cinética Química	94
Quadro 22: Episódio aspectos teóricos da aula de Cinética Química.....	99
Quadro 23: Episódio Realização do experimento da aula de Cinética Química.....	101
Quadro 24: Episódio Sistematização dos conhecimentos da aula de Cinética Química.....	102
Quadro 25: Nível de Cognição das perguntas e respostas das questões iniciais para a aula de Cinética Química	106
Quadro 26: Nível de Cognição da Questão Problema – Aula Cinética Química.....	108

Quadro 27: Nível de Cognição da Questão durante a aula – Aula Cinética Química.....	109
Quadro 28: Nível de Cognição das questões pós – Aula de Cinética Química.....	110
Quadro 29: Relação entre os Níveis de Investigação e os Níveis de Cognição das aulas.....	113

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo da Investigação-ação	52
Figura 2: Nível de Cognição Questão Problema- Aula de Preparação de Soluções e Diluição .	83
Figura 3: Nível de Cognição - Preparo de Solução de Ácido Clorídrico (HCl)	85
Figura 4: Nível de Cognição- Preparo de Solução de Hidróxido de Sódio (KOH)	89
Figura 5: Nível de Cognição - Questão pós experimento	92

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

BNCC	Base Nacional Curricular Comum
CBC-MG	Currículo Básico Comum de Minas Gerais
CRQ – MG	Conselho Regional de Química de Minas Gerais
DCNEM	Programa de Reforma do Ensino Profissionalizante
EPG	Estudante de Pós-graduação
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
MEC	Ministério da Educação
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PO	Professora Orientadora
PPC	Projeto Pedagógico de Curso
PRD	Professora Responsável pela Disciplina
RE	Roteiro Elaborado
UFLA	Universidade Federal de Lavras

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1 A Abordagem do Ensino de Ciências por Investigação	20
2.2 Atividades Experimentais abordadas na perspectiva do ensino por investigação e para o desenvolvimento de habilidades cognitivas	27
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	40
3.1 A experimentação a no ensino de ciências.....	40
4. PERCURSO METODOLÓGICO	52
4.1 Metodologia de Pesquisa	53
4.1.1 O curso de Química da UFLA	53
4.1.2 A componente curricular Química Geral Experimental da UFLA	54
4.1.3 Público-alvo	56
4.1.4 As aulas ministradas.....	57
4.1.5 Coleta dos dados	59
4.2 Metodologia de Análise	61
4.2.1. Validação das análises	64
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	66
5.1 Análise do roteiro experimental de acordo com os Níveis de Investigação apresentados no roteiro da prática de preparação de soluções e diluição	66
5.2 Análise da aula de acordo com os Níveis de Investigação da prática de preparação de soluções e diluição	70
5.3 Classificação das perguntas propostas no roteiro experimental e das respostas dos estudantes de acordo com o seu Nível de Cognição	81
5.4 Análise do roteiro experimental da prática de Cinética Química de acordo com os Níveis de Investigação	94
5.5 Análise da aula de acordo com os Níveis de Investigação da prática de cinética química	97
5.6 Classificação das perguntas propostas no roteiro experimental e das respostas dos estudantes de acordo com o seu Nível de Cognição	105
5.7 Relações entre os Níveis de Investigação e os Níveis de Cognição	112
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	116
REFERÊNCIAS	118

ANEXO 1.....	126
APÊNDICE A	128
APÊNDICE B.....	131
APÊNDICE C	134
APÊNDICE D	138

1. INTRODUÇÃO

Sabemos que as Ciências desempenham um papel essencial na vida das pessoas, estando presente em todos os espaços que nos cercam. Dentre os componentes curriculares relacionados ao Ensino de Ciências, podemos destacar a Química. Por meio dela, um indivíduo pode desempenhar um papel importante na sociedade, através da tomada de decisões, da participação ativa, crítica e reflexiva diante das mais diversas situações vivenciadas (OLIVEIRA, 2009).

Dessa forma, para que tais objetivos sejam alcançados, é importante que, durante seu processo formativo, o professor seja preparado para desenvolver suas ações pedagógicas de maneira crítica e reflexiva, a fim de contribuir para a formação de cidadãos capazes de tomar suas próprias decisões e refletir sobre suas ações cotidianas. Sendo assim, é necessário formar profissionais capazes de promover o desenvolvimento de diferentes metodologias de ensino na sala de aula.

Diversos aspectos essenciais devem ser considerados na formação do professor como, por exemplo, o conhecimento aprofundado e adequado sobre o conteúdo a ser ensinado, e também, que o professor tenha conhecimento pedagógico para que suas aulas possam ser mais ativas e participativas, com o intuito de romper o ensino tradicional, onde o professor é o transmissor do conhecimento e o estudante o receptor e desenvolver as atividades de forma que o aluno participe ativamente no processo de construção do conhecimento, e por meio da utilização de diversas estratégias didáticas, com o objetivo de que seus alunos alcancem uma aprendizagem mais efetiva (SILVA, 2011).

Neste sentido, uma abordagem de ensino que vem sendo defendida é o Ensino por Investigação. Diversos pesquisadores afirmam que, por meio dessa abordagem de ensino, é possível que os estudantes tenham um pensamento mais elaborado, contribuindo para o desenvolvimento de habilidade cognitivas, tais como a proposição de hipóteses e de inferências, resolução de problemas, coleta de dados, análise dos resultados e elaboração de conclusões (SUART, 2016; SASSERON, 2008; MUNFORD; LIMA, 2007; CARVALHO, 2006; BYBEE, 1997).

De acordo com Sasseron (2015), o Ensino por Investigação é uma abordagem didática onde os estudantes participam ativamente do processo de construção do conhecimento, por meio de diferentes atividades mediadas pelo professor.

Um dos recursos pedagógicos que pode contemplar os mais diversos objetivos do Ensino por Investigação, é a experimentação. Sendo assim, ao elaborar uma atividade experimental, faz-se necessário que o professor não a utilize de forma a comprovar fatos e teorias, mas sim, de modo a contribuir para a formação do estudante, para que, além dos conteúdos, ele possa desenvolver as mais diversas habilidades cognitivas, tais como a realização de questionamentos, análise de dados, proposição de hipóteses, tomada de decisão e desenvolvimento do pensamento crítico.

Dessa forma, para que os professores estejam preparados para desenvolver atividades de natureza investigativa, é importante que, durante os cursos de formação, as aulas possibilitem aos estudantes uma participação mais ativa no processo de construção do seu conhecimento e que, ainda, as atividades experimentais não sejam desenvolvidas de forma a confirmar um conceito já estudado, possibilitando a eles participarem de uma investigação científica.

Tendo em vista a carência de trabalhos que discutem as contribuições de atividades investigativas no Ensino Superior, bem como os resultados encontrados em trabalhos que mostram as contribuições dessas atividades no ensino médio, surgiu-se a necessidade de investigar a importância de atividades dessa natureza nos cursos de licenciatura e bacharelado.

Sendo assim, tem-se como questão de pesquisa para este trabalho: De que forma, aulas do componente curricular Química Geral Experimental, desenvolvidas na perspectiva da abordagem de Ensino por Investigação, podem contribuir para a manifestação de habilidades cognitivas por graduandos dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Química?

Para responder a essa questão, a presente pesquisa objetivou investigar as contribuições de atividades experimentais elaboradas e desenvolvidas na perspectiva do Ensino por Investigação em aulas do componente Química Geral Experimental, visando a promoção de habilidades cognitivas por alunos do primeiro período do curso de Química da Universidade Federal de Lavras.

Dessa maneira, especificamente foram analisados:

- ✓ Os níveis de Investigação dos roteiros experimentais elaborados e utilizados para ministrar as aulas de Preparação de Soluções e Diluição e de Cinética Química
- ✓ Os Níveis de Investigação das aulas ministradas;
- ✓ Os Níveis de Cognição das questões propostas nos roteiros experimentais e das respostas escritas pelos estudantes.

Dentre diversas questões que instigaram a realização do presente estudo, está o fato de que os cursos de graduação em Química das diferentes Instituições de Ensino Superior (IES) do Brasil, apresentam em seus currículos, a perspectiva de formar licenciados e/ou bacharéis para atuarem no magistério ou no setor industrial, respectivamente. Sabemos que de fato essa formação é necessária, no entanto, além dos conceitos científicos, é preciso promover, nas duas habilitações, outras habilidades essenciais para o exercício das profissões e da cidadania.

Dessa forma, o Projeto Pedagógico de Curso (PPC) de Licenciatura¹ em Química da UFLA propõe que, ao longo do curso por meio das práticas de ensino, os estudantes desenvolvam o domínio do conhecimento científico e saibam, também, relacionar os conceitos estudados com o cotidiano, desenvolvendo habilidades cognitivas e argumentativas para tomarem decisões e atuarem de maneira mais crítica perante a sociedade por meio de sua atuação profissional.

Como o componente curricular Química Geral é um dos primeiros do curso, pressupõe-se que tenha grande impacto na vida acadêmica dos estudantes, ou seja, por meio dele, os alunos podem decidir permanecer ou não no curso, por exemplo. Sendo assim, faz-se necessário que esse componente curricular promova ações que contribuam para o aprendizado do estudante, para a compreensão dos conceitos abordados, relacionados à tecnologia, sociedade e ambiente e, ainda, para a motivação quanto a continuidade na formação acadêmica em Química.

Sendo assim, acredita-se que, se durante a formação, os estudantes estiverem imersos em um ambiente investigativo, terão a oportunidade de acompanhar e interpretar as etapas da investigação. Desta maneira, eles poderão elaborar hipóteses, testá-las e discuti-las, aprendendo e argumentando sobre os fenômenos estudados, alcançando os objetivos da aula, sendo ela experimental ou não, privilegiando o desenvolvimento de habilidades cognitivas e o raciocínio lógico, propiciando uma aprendizagem mais significativa.

Deste modo, espera-se nesta pesquisa que, após a reelaboração dos roteiros e o desenvolvimento de algumas aulas por meio de uma abordagem investigativa, o professor e as aulas ministradas possam dar suporte para que, além dos conteúdos, os estudantes possam desenvolver diversas habilidades cognitivas como a interpretação, elaboração de hipóteses, tomada de decisões, dentre outras.

¹ O PPC do curso de Bacharelado em Química está em andamento, e sua versão de 2013, contempla objetivos semelhantes.

Para que haja um melhor entendimento dos pressupostos que contemplam esta pesquisa, este trabalho está estruturado da seguinte forma: no segundo capítulo, denominado **Fundamentação Teórica**, está apresentado um estudo sobre a Abordagem do Ensino de Ciências por Investigação. Posteriormente, realiza-se a apresentação sobre a importância do desenvolvimento de atividades experimentais de natureza investigativa para a promoção de habilidades cognitivas.

No terceiro capítulo é apresentada uma **Revisão Bibliográfica**, a fim de mostrar a importância da presente pesquisa, bem como avaliar resultados obtidos por outros pesquisadores a respeito da importância da experimentação de natureza investigativa, bem como do Ensino por Investigação no Ensino de Ciências. O quarto capítulo apresenta a **Metodologia de Pesquisa** e os instrumentos e metodologia de análise. O quinto capítulo apresenta os **Resultados** obtidos ao analisar dois roteiros, bem como as aulas ministradas na perspectiva da abordagem de Ensino por Investigação, no componente curricular de Química Geral Experimental do curso de Química da UFLA. No sexto capítulo, apresentam-se as **Considerações Finais**.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo está organizado em duas seções. Na primeira, é apresentado brevemente a história do Ensino de Ciências por Investigação, sob a perspectiva da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB 9394/96), dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) e Base Nacional Curricular Comum (BNCC). Onde é demonstrado a importância de um ensino onde haja a participação ativa dos estudantes no processo de construção do conhecimento. Na segunda seção, é apresentado a importância do desenvolvimento de atividades experimentais investigativas para o desenvolvimento de habilidades cognitivas.

2.1 A Abordagem do Ensino de Ciências por Investigação

O Ensino de Ciências é uma grande área do conhecimento que se expande cada vez mais no Brasil e em todo mundo. Mesmo diante de um cenário de diversas mudanças propostas nos currículos da educação básica, ainda há grande preocupação, por partes dos pesquisadores, em relação aos cursos de formação de professores.

Acredita-se que os professores devem desenvolver suas ações pedagógicas de maneira crítica e reflexiva, a fim de que os estudantes sejam capazes de tomar suas próprias decisões e refletir sobre suas ações cotidianas. Em virtude disso, surge a necessidade de formar profissionais aptos para promover o desenvolvimento de diferentes metodologias de ensino e aprendizagem nas salas de aula.

Uma das abordagens de ensino que vem sendo muito discutidas pelos pesquisadores é o Ensino por Investigação. Por meio dessa abordagem de ensino, os professores podem possibilitar aos estudantes construir seu próprio conhecimento, tornando-se mais críticos e reflexivos (SUART; MARCONDES, 2009).

O Ensino por Investigação é uma abordagem de ensino que vem sendo defendida na educação científica desde meados do século XIX (STRIEDER; WATANABE, 2018). No Brasil, atividades dessa natureza vêm sendo efetivamente realizadas e reconhecidas nos últimos anos.

Zômpero e Laburú (2011) descreveram o percurso histórico do Ensino por Investigação. De acordo com os autores, o currículo de ciências, até a segunda metade do século XIX, enfatizava apenas o desenvolvimento da matemática e da gramática. Contudo, os cientistas da época passaram a defender que a ciência se diferencia das demais disciplinas da

escola, pois acreditavam que essa disciplina poderia auxiliar os estudantes a desenvolverem um pensamento mais indutivo.

Estudos apontam que o filósofo Jonh Dewey² foi um dos pioneiros a defender essa abordagem de ensino. De acordo com o filósofo, o Ensino por Investigação estava pautado no processo de desenvolvimento do pensamento e da razão, de maneira a criar hábitos da mente, aprender assuntos da ciência e entender os seus processos (RODRIGUES; BORGES, 2008). Para ele, a educação tinha a missão de humanização e transformação social. Embora Jonh Dewey defendesse um ensino que objetivasse construir uma sociedade mais humanizada, suas ideias não foram tão bem aceitas, devido ao fato de seus pensamentos se contraporem ao modelo político e econômico da época (ANDRADE, 2011).

Freire (1993, apud BAPTISTA, 2010, p. 81)³ relata que após a Segunda Guerra, “os países vencedores entraram num período de industrialização e desenvolvimento tecnológico que teve consequências profundas nos currículos escolares”, visto que, no início do século XX, não havia uma concordância em como se devia desenvolver o ensino de ciências. Ainda de acordo com a autora, nesta época, o comitê da National Society for Study Education, definiu razões que incentivavam o desenvolvimento de atividades laboratoriais durante as aulas de ciências, dentre elas, cita-se o estabelecimento e a familiarização com as diferentes técnicas de laboratório, usar da experimentação para uma melhor compreensão de conceitos científicos e, ainda, estimular o crescimento dos processos científicos na resolução de problemas (BAPTISTA, 2010). Por isso, no período pós guerra, por volta dos anos 50, o Ensino por descoberta ganhou destaque, pois pretendia-se que o ensino proporcionasse aos estudantes mais autonomia e liberdade (DEBOER, 2006). A aprendizagem por descoberta e a concepção de ciência era totalmente descontextualizada (VIEIRA, 2012).). Neste sentido, o aluno, tenta reproduzir o método científico por meio de uma observação cuidadosa e sistemática, sem pensar, mas aceitando e acreditando no que vê (VIEIRA, 2012). Ainda nesta época, surgiram diversos projetos que incentivavam a realização de atividades experimentais que visavam a formação de futuros cientistas, tais como Synthesis, Project 2061, Biological

² John Dewey nasceu em 20 de outubro de 1859, em Burlington, Vermont. John Dewey formou-se na Universidade de Vermont. Em 1894, Dewey aceitou o cargo de presidente do Departamento de Filosofia, Psicologia e Pedagogia da Universidade de Chicago, onde começou a formalizar seus pontos de vista que contribuíram tão fortemente para a escola de pensamento conhecida como pragmatismo. O trabalho de Dewey teve uma influência vital na psicologia, educação e filosofia. Seu falecimento foi em 1 de junho de 1952.

³ FREIRE, A. Um olhar sobre o ensino da Física e da Química nos últimos cinquenta anos. **Revista de Educação**, v. 3, n. 1, p. 37-49, 1993.

Science Curriculum Study (BSCS), Physical Science Study Committee (PSSC), Science Curriculum Study (SCIS) e Elementary Science Study (ESS), conforme apontam Strieder e Watanabe (2018).

De acordo com Macedo e Lopes (2002, apud LIMA 2013)⁴, nesta época, um dos principais objetivos do ensino da Química era que o aluno compreendesse os conceitos científicos e pudesse relacioná-lo com o cotidiano. No Brasil, de acordo com Sicca (1990), após os conflitos políticos da época, em 1971, foi promulgada a reforma da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), a qual propunha o ensino médio voltado para a formação profissionalizante. Sendo assim, a disciplina Química passou a ter um caráter técnico-científico (SICCA, 1990).

Entretanto, a década de 90 foi marcada por uma nova reforma do Ensino Médio brasileiro. Sendo assim, a LDB nº. 9394/96, em seu artigo 35, remete que um dos princípios do Ministério da Educação (MEC) estava em formar professores capazes de pensar e intervir sobre a sua própria realidade, de forma a promoverem a autonomia nos processos de aprendizagem, consolidando os conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, proporcionando aos estudantes a capacidade de continuarem aprendendo (BRASIL, 1996).

Com a LDB nº 9.394 de 1996, o MEC lançou o Programa de Reforma do Ensino Profissionalizante, as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). E um pouco mais tarde, em 2002, foram divulgados os PCN+ (Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais). Todos esses documentos têm em comum que o ensino básico seja significativo, exigindo que seja atribuída ao componente curricular de Química a sua importância cultural enquanto instrumento fundamental para uma educação humana de qualidade, para a interpretação do mundo e para a responsabilidade da realidade em que se vive (LIMA, 2013).

O MEC, por meio da revisitação da LDB e dos PCNs, sugeriu a escrita da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a fim de intensificar o compromisso com os princípios éticos, políticos que visam à formação humana integral e à construção de uma sociedade justa. Este documento foi homologado pela Portaria nº 1.570, publicada no Diário Oficial da União (D.O.U.) de 21/12/2017, Seção 1, Pág. 146.

⁴ MACEDO, E.; LOPES, A. R. C. A estabilidade do currículo disciplinar: o caso das ciências. In: LOPES, A. C.; MACEDO, E. **Disciplinas e integração curricular: história e políticas**. Rio de Janeiro: DP&A, 2002. p. 73-94.

De acordo com a BNCC, o Ensino Médio é direito público de todo cidadão. Ainda que existam diferentes perfis entre os estudantes, faz-se necessário que a escola esteja preparada para acolher a diversidade, e sempre com um mesmo objetivo, que é:

Formar esses jovens como sujeitos críticos, criativos, autônomos e responsáveis. Cabe às escolas de Ensino Médio proporcionar experiências e processos que lhes garantam as aprendizagens necessárias para a leitura da realidade, o enfrentamento dos novos desafios da contemporaneidade (sociais, econômicos e ambientais) e a tomada de decisões éticas e fundamentadas. O mundo deve lhes ser apresentado como campo aberto para investigação e intervenção quanto a seus aspectos políticos, sociais, produtivos, ambientais e culturais, de modo que se sintam estimulados a equacionar e resolver questões legadas pelas gerações anteriores – e que se refletem nos contextos atuais –, abrindo-se criativamente para o novo (BRASIL, 2017, p. 463).

Dessa maneira, ao analisar os PCN, as Orientações Complementares, as Diretrizes Curriculares Nacionais e a Base Nacional Comum Curricular, percebe-se a grande preocupação desses documentos para a formação de cidadãos, a fim de que sejam capazes de argumentar, posicionar e tomar decisões frente aos mais diversos problemas sociais. No entanto, para que se tenha um ensino que contemple os objetivos propostos por tais documentos, é necessário que os cursos de formação inicial preparem os futuros professores para atuarem de maneira mais crítica, para que sejam cada vez mais capazes de pensar e de refletir sobre sua prática docente.

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais, a investigação é vista como uma abordagem de ensino, onde está descrito que por meio dela “o estudante possa ser protagonista na investigação e na busca de respostas em um processo autônomo de (re)construção de conhecimentos” (BRASIL, 2013, p.197). Já a BNCC demonstra que as Ciências da Natureza devem garantir “o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica” (BRASIL, 2017, p. 33).

Sendo assim, percebe-se que os documentos educacionais apoiam e defendem o desenvolvimento de atividades de natureza investigativa nas aulas de ciências, no entanto, é perceptível nos contextos escolares que tais atividades não são vistas como uma abordagem didática, mas sim como uma estratégia de ensino para o desenvolvimento de atividades e conteúdos específicos.

Entendemos e concordamos que o Ensino por Investigação, enquanto abordagem de ensino, tem uma tendência educacional fundamental para que se possa promover a aprendizagem em ciências, através de ações realizadas pelos estudantes ao longo de sua trajetória escolar (BARCELLOS, COELHO, SILVA, 2019; SASSERON, 2018). Dessa forma, faz-se necessário que, desde os anos iniciais, os estudantes sejam inseridos em um ambiente que valorize o trabalho científico, onde possam realizar investigações, propor hipóteses, elaborar conclusões.

Sasseron (2015, p. 58) descreve que o Ensino por Investigação está configurado como:

Uma abordagem didática, podendo, portanto, estar vinculado a qualquer recurso de ensino desde que o processo de investigação seja colocado em prática e realizado pelos alunos a partir e por meio das orientações do professor (SASSERON 2015, p. 58).

Percebe-se que a autora valoriza a participação ativa dos estudantes, por meio da mediação do professor no processo de ensino-aprendizagem, e com essa mediação, os estudantes serão capazes de resolver os problemas a eles apresentados, interagindo com seus colegas e fazer relações e inferências com os conhecimentos já existentes.

Ainda é importante destacar que, ao buscar por estudos sobre ações no âmbito educacional que contemplem o Ensino por Investigação, encontramos vários termos para caracterizá-las, como: atividades investigativas, atividade por investigação, ensino investigativo, entre outros. No entanto, por concordamos com Sasseron (2018), as ideias e termos aqui expressos, para referir ao Ensino por Investigação, estarão sempre apoiadas no entendimento da autora, no sentido de compreender o Ensino por Investigação como uma abordagem didática. De acordo com a autora, evidencia-se que:

O Ensino por Investigação demanda que o professor coloque em prática habilidades que ajudem os estudantes a resolver problemas a eles apresentados, devendo interagir com seus colegas, com os materiais à disposição, com os conhecimentos já sistematizados e existentes. Ao mesmo tempo, o Ensino por Investigação exige que o professor valorize pequenas ações do trabalho e compreenda a importância de colocá-las em destaque como, por exemplo, os pequenos erros e/ou imprecisões manifestados pelos estudantes, as hipóteses originadas em conhecimentos anteriores e na experiência de sua turma, as relações em desenvolvimento (SASSERON, 2015, p. 58).

Neste contexto, definimos então o Ensino por Investigação como uma abordagem didática que visa a participação ativa do aluno, no processo de ensino-aprendizagem, onde por

meio da mediação de um professor, ele é o protagonista da construção e reconstrução do seu conhecimento (STRIDER; WATANABE, 2018).

É importante destacar ainda, conforme mostra pesquisa de Zômpero e Laburú (2011), ao analisar os pressupostos do Ensino por Investigação, que atividades desta natureza devem partir sempre de situações problemas. Essas situações podem ser propostas tanto pelos alunos como pelos professores, sendo de fundamental importância que “os alunos se interessem pelo problema a ser investigado, de forma a serem motivados a resolvê-lo” (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 75).

Kasseboehmer e Ferreira, (2013) descrevem que, ao inserir os estudantes em um ambiente investigativo, é dado a eles a oportunidade de ampliar seus processos de argumentação, de exposição de ideias, podendo assim, enriquecer seus conhecimentos.

A este respeito Freire (2009) evidencia que:

O Ensino por Investigação constitui uma orientação didática para o planejamento das aprendizagens científicas dos alunos, reflete o modo como os cientistas trabalham e fazem ciência, dá ênfase ao questionamento, à resolução de problemas, à comunicação e usa processos da investigação científica como metodologia de ensino (...). Incide naquilo que os alunos fazem e não somente naquilo que o professor faz ou diz, o que exige uma mudança de um ensino mais tradicional para um ensino que promova uma compreensão abrangente dos conceitos, o raciocínio crítico e o desenvolvimento de competências de resolução de problemas. Os alunos são envolvidos em tópicos científicos, colocando uma prioridade na evidência e na avaliação de explicações alternativas (...). O uso de atividades de investigação pode ajudar os alunos a aprender ciência, a fazer ciência e compreender a ciência (FREIRE, 2009, p.105)

Conforme os apontamentos da autora, percebe-se que é fundamental que o aluno tenha a oportunidade de formular hipóteses, e, ainda, coletar e analisar os dados, pois quando se realiza essas ações, participam diretamente da construção do conhecimento, sendo motivados à aprendizagem. Ao estarem motivados, é despertado o desejo de construir novos conhecimentos, contribuindo para a superação dos próprios desafios, resultando em profundas mudanças, tais como as conceituais, as atitudinais e as metodológicas (LEWIN; LOMASCÓLO, 1998).

No entanto, para que os estudantes possam estar envolvidos em atividade que contemplem tais aspectos, é necessário que o professor elabore um planejamento que contemple o Ensino por Investigação.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (1998, p. 34 e 35):

O mundo atual exige mais do que a interpretação das informações. Exige também competências e habilidades ligadas ao uso dessas interpretações nos processos investigativos de situações problemáticas, objetivando resolver ou minimizar tais problemas. Não é suficiente para a formação da cidadania o conhecimento de fatos químicos e suas interpretações” (BRASIL, 1998, p. 34, 35).

Dessa forma, além do conhecimento científico, faz-se necessário aplicá-los em outras situações, onde possam ser levados em consideração os aspectos sociais, ambientais e econômicos.

Sendo assim, cabe à universidade, enquanto instituição responsável pela formação de professores, uma nova mudança frente às práticas pedagógicas, inovando as estratégias de ensino para o desenvolvimento dos conteúdos (FABRIS; JUSTINA, 2016). Fabris e Justina (2016) descrevem que é preciso dinamizar e contextualizar a aprendizagem escolar com a realidade social. O aluno se apropria do conhecimento científico e ao mesmo tempo constrói seu conhecimento para poder atuar e conviver na sociedade como cidadão mais crítico.

Dessa forma, ao desenvolver atividades baseadas no Ensino por Investigação no contexto escolar, o professor possibilitará que o aluno se torne autor do seu próprio conhecimento, além de tornar-se um cidadão mais crítico e reflexivo, visto que o Ensino por Investigação se desenvolve por meio de atividades interativas, dialógicas e estimulam os alunos a compreenderem as explicações científicas. Assim, são rompidas as barreiras tradicionais, na qual o professor atua como o transmissor do conhecimento, passando a atuar como o mediador dessas ideias, já os estudantes deixam de ser apenas os receptores e passam a construir os seus próprios conhecimentos.

Sendo assim, é possível perceber que, embora existam grandes dificuldades por parte dos professores em elaborar atividades experimentais, estudos, de diferentes épocas, mostram que elas são essenciais para a construção do conhecimento científico, para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, argumentativas e relacionadas a Alfabetização Científica⁵. Sendo assim, é importante que, desde a sua formação, os licenciandos e bacharéis estejam envolvidos em atividades de natureza experimental, não apenas para comprovar os conceitos teóricos já vistos em sala de aula, mas para que possam estar inclusos diretamente em todo o

⁵ O termo Alfabetização Científica (AC) apresenta uma pluralidade semântica. Embora as mais diversas semânticas, nessa pesquisa, o termo Alfabetização Científica estará alinhado às ideias de Alfabetização descritas por Paulo Freire (1980 apud SASSERON; CARVALHO, 2008. p. 334), onde “[...] a alfabetização é mais do que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes”.

processo de desenvolvimento da atividade realizada, para que sejam capazes de controlar variáveis, traduzir as diversas informações obtidas de maneira a expressarem por meio de gráficos, tabelas, equações químicas, que elaborem estratégias para a resolução de problemas, que tomem decisões baseadas em análises de dados e valores, como integridade na comunicação dos dados, respeitando às ideias dos colegas e às suas próprias e que colaborem na realização do trabalho coletivo (BRASIL, 1999).

Sendo assim, é de suma importância que as atividades investigativas sejam desenvolvidas de forma que os estudantes participem ativamente do processo de construção do conhecimento, visando a promoção de habilidades essenciais para o exercício da docência ou na indústria.

2.2 Atividades Experimentais abordadas na perspectiva do ensino por investigação e para o desenvolvimento de habilidades cognitivas

É sabido que a experimentação tem grande importância no ensino de ciências, principalmente nos componentes curriculares de Física e Química, pois além de despertar o interesse dos estudantes para os conceitos estudados, é possível estabelecer, por meio dessa estratégia, relações entre discussões teóricas e as observações realizadas durante as atividades desenvolvidas (BINSFELD; AUTH, 2011, GIORDAN, 1999).

Muitas das vezes, ensinar Química pode ser considerado um desafio pelos professores, visto que os seus conteúdos, na maioria das vezes, são abstratos, desestimulando os estudantes à aprendizagem (SUART, et al. 2018). Dessa forma, estudar os conteúdos relacionados a esta disciplina vai além de memorizar conceitos e fórmulas, ou seja, é preciso compreendê-los e saber aplicá-los nas mais diversas situações cotidianas.

A Lei de Diretrizes e Bases (LDB) nº 9.394/1996 descreve em seu artigo 35, a necessidade de formar professores capazes de pensar e intervir em sua própria realidade, que promovam autonomia nos processos de aprendizagem, consolidando os conhecimentos adquiridos no ensino fundamental e proporcionando aos estudantes a capacidade de continuarem aprendendo (BRASIL, 1996). Ao encontro do que está escrito na LDB, deparamos com os PCN que descrevem que quando um cidadão tem o conhecimento sobre os conceitos químicos, ele pode exercer de maneira mais eficaz seu papel na sociedade:

A Química pode ser um instrumento de formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o

mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade (BRASIL, 2002, p.87).

Neste sentido, os conhecimentos químicos devem possibilitar aos estudantes compreenderem as transformações químicas que ocorrem no mundo físico, de forma que eles sejam capazes de julgar, com fundamentos, as informações decorrentes dos meios cultural, da mídia e da própria escola, enquanto indivíduos e cidadãos, para que se tornem mais autônomos e possam tomar decisões de forma racional e consciente (SILVA, 2011).

Silva (2011) destaca que, para estudar e compreender a Química, o componente curricular deve estar muito bem estruturado. Ainda segundo a autora, uma das maneiras é abordar o Ensino da Química em espiral, ou seja: “um determinado conteúdo é abordado em diferentes níveis conceituais, cada vez mais complexos, à medida que o estudante avança no conhecimento de fenômenos e de suas interpretações” (SILVA, 2011, p. 32, 33).

Guimarães (2009) descreve que a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a proposição de problemas reais que permitam a sua contextualização. No entanto, em diversas situações, o real significado de um experimento não é compreendido pelos estudantes e até mesmo professores. Ao encontro do que foi dito, Maldaner (2000, p. 107), descreve que:

[...] muitos professores acabam cedendo às expectativas do senso comum dos alunos sobre essa matéria, que concebe a Química como fenômeno espetacular, com explosões multicoloridas, borbulhamentos de líquidos em vidros estranhos, magia de transformações espetaculares e inexplicáveis, etc. Estas ideias são reforçadas pela mídia, pelos filmes de ficção, pela divulgação de certas práticas alquimistas, jogadas na imaginação das pessoas fora do contexto em que elas se deram. Além disso, os alunos esperam receber sempre respostas exatas e verdadeiras às questões levantadas por terem essa concepção de ciência, igualmente formada no senso comum e não problematizada (MALDANER, 2000, p.107).

Neste sentido, a experimentação é utilizada, na maioria das vezes, para a comprovação de fatos e teorias, distorcendo a real importância desse tipo de atividade. Diversos professores relatam que durante sua formação, embora tivessem participado de aulas experimentais, tais atividades não foram desenvolvidas de forma investigativa, dessa forma, quando as realizam, muitos professores usam para comprovar os conceitos já vistos (BINSFELD; AUTH, 2011).

Sobre as práticas de laboratório, Cachapuz et al., (2005, p. 47) argumentam que:

Infelizmente, as escassas práticas escolares de laboratório escamoteiam aos estudantes (incluindo na Universidade!) toda a riqueza do trabalho

experimental, dado que apresenta montagens já elaboradas, para seu simples manuseamento segundo guias do tipo “receita de cozinha” (CACHAPUZ, et al., 2005, p. 47).

No entanto, entendemos que o uso da experimentação nas aulas de ciências vai além da comprovação dos conceitos. A experimentação é um recurso pedagógico muito utilizado no Ensino de Ciências, e mais ainda no ensino de Química. Nas escolas, faz-se necessário que essas atividades sejam desenvolvidas como estratégia para melhorar a aprendizagem dos conteúdos científicos e para o desenvolvimento de diversas habilidades, muito além das manipulativas (MENEZES, 2018).

Concordamos com Oliveira (2010), quando descreve que a experimentação contribui de forma significativa no processo de ensino-aprendizagem. Dentre essas contribuições podemos citar o caráter motivacional, o desenvolvimento da habilidade em trabalhar em grupo e de tomada de decisão, o estímulo da criatividade, o aprimoramento da capacidade de observação, proposição de hipóteses e análise de dados, compreensão dos conceitos científicos a fim de contribuir para que os estudantes possam entender o papel da natureza da ciência, bem como o papel do cientista no processo investigativo, e ainda, para relacionar a ciência com a tecnologia e a sociedade (OLIVEIRA, 2010).

Para Oliveira (2010), as atividades experimentais podem ser desenvolvidas de maneira demonstrativa, de verificação e investigativa, cada uma delas serão definidas posteriormente. A essência da atividade experimental investigativa, está na oportunidade que os estudantes têm de participarem de todas as etapas da experimentação, através da interpretação de um problema proposto inicialmente pelo mediador, bem como nas possíveis soluções para ele.

Dessa forma, Taha et al. (2015) descrevem que a experimentação:

Precisa ser vista como um artefato pedagógico para o ensino de Ciências, uma vez que pode influenciar no modo como os estudantes aprendem, quando realizadas de forma que possibilitem discussões e problematizações dos resultados obtidos e das observações realizadas na experimentação (TAHA et al, 2015, p. 139).

Seguindo as orientações da BNCC, verifica-se que é necessário:

Organizar as situações de aprendizagem partindo de questões que sejam desafiadoras e, reconhecendo a diversidade cultural, estimulem o interesse e a curiosidade científica dos alunos e possibilitem definir problemas, levantar, analisar e representar resultados; comunicar conclusões e propor intervenções (BRASIL, 2017, p. 322).

Souza e Colaboradores (2013) relatam que, tanto os professores quanto os estudantes, apreciam atividades de natureza experimental. Mas, ainda de acordo com os autores, poucos deles refletem sobre os objetivos didáticos da experimentação. Neste sentido, na maioria das vezes, os aspectos cognitivos da experimentação são desvalorizados.

Suart (2014), descreve que:

Atividades experimentais são, geralmente, realizadas de forma isolada do contexto de ensino, utilizadas após o desenvolvimento de determinado conteúdo em sala de aula, a fim de que o aluno verifique ou comprove o que foi discutido. [...] desta forma, pouca ou nenhuma discussão sobre os dados e resultados obtidos, bem como suas implicações, são realizadas (SUART, 2014, p. 72).

Ao encontro do que foi descrito por Suart (2014), Silva e Zanon (2000) já haviam relatado que grande parte dos professores ainda tem uma “visão simplista de que a experimentação contribui automaticamente para a melhora das aulas de ciências e para a aquisição do conhecimento científico por parte dos alunos” (SILVA; ZANON, 2000, p. 126). As autoras ainda descrevem que aulas em laboratórios não são suficientes para o estabelecimento de relações entre a teoria e a prática. Porém, atividades experimentais podem “ajudar os alunos a aprender através do estabelecimento de inter-relações entre os saberes teóricos e práticos inerentes aos processos do conhecimento escolar em ciências” (SILVA; ZANON, 2000, p. 134).

Neste sentido, ao elaborar uma atividade experimental, o professor deve refletir o quão importante essa ação será indispensável para a construção dos conhecimentos pelos estudantes. Portanto, faz-se necessário que as atividades experimentais sejam elaboradas e executadas com o objetivo de desenvolver habilidades cognitivas, tais como o raciocínio lógico ou seja, não somente para demonstrar fatos e comprovar teorias (BARBERÁ; VALDÉS, 1996).

Souza et. al (2013) descrevem que:

Além do reconhecimento de fenômenos, as atividades experimentais podem ter um alcance maior na formação do aluno, pois podem ser planejadas para proporcionar a elaboração de conceitos e o desenvolvimento de habilidades de pensamento relacionadas aos processos da ciência. As atividades experimentais de natureza investigativa apresentam essas características pedagógicas (SOUZA et. al, p.14, 2013).

Sendo assim, é possível perceber o quanto as atividades investigativas podem influenciar na aprendizagem dos estudantes. Dessa forma, para que a experimentação seja considerada investigativa, faz-se necessário que o estudante faça parte do processo de construção de seu conhecimento, e não apenas manipule o experimento ou observe os fatos observados. É importante que os estudantes tenham a oportunidade de elaborar hipóteses, explicar, fazer inferências, discutir e refletir sobre os procedimentos realizados a partir de um problema proposto (AZEVEDO, 2016).

Diferentes autores defendem que o desenvolvimento de atividades experimentais investigativas contribui para a aprendizagem dos estudantes, e todos eles afirmam que a atividade deve sempre ser precedida de uma questão problema (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004; CACHAPUZ et al., 2005; BASSOLI, 2014; AZEVEDO, 2016; SUART, 2016).

Rodríguez e León (1995) realizaram um estudo onde apresentaram propostas de diversos autores relacionados ao desenvolvimento de atividades de natureza experimental investigativa. De acordo com o estudo apresentado, entre os anos de 1988 e 1993, alguns autores descreveram que uma atividade de natureza investigativa deve seguir alguns processos, podendo-se destacar a elaboração de hipóteses e a escolha de um problema para estudos. Atualmente, diversas autoras, como Carvalho (2018), Silva (2011), defendem que a investigação deve ser acompanhada por uma problematização.

Neste contexto, é possível afirmar que diferentes autores concordam entre si em diferentes pontos, principalmente com os relacionados à exigência da presença de uma questão problema como ponto de partida para a atividade de investigação.

Dessa forma, ao elaborar uma questão problema⁶, o professor deve sempre pensar em uma situação que esteja relacionada ao cotidiano do estudante e que através da atividade a ser desenvolvida ele possa apresentar possíveis soluções para a problemática. E ainda, por meio dela, poderá identificar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do conceito a ser estudado. Ao levantar as ideias prévias dos alunos por meio de uma problemática, o estudante

⁶ De acordo com Carvalho (2017), “O problema não pode ser uma questão qualquer. Deve ser muito bem planejado para ter todas as características apontadas pelos referenciais teóricos: estar contido na cultura social dos alunos, isto é, não pode ser algo que os espantem, e sim provoque interesse de tal modo que se envolvam na procura de uma solução e essa busca deve permitir que os alunos exponham os conhecimentos anteriormente adquiridos (espontâneos ou já estruturados) sobre o assunto.” (CARVALHO, 2017, p. 11).

tem a oportunidade de construir hipóteses a fim de obter, durante a realização do experimento, soluções para a questão proposta pelo professor, construindo o seu próprio conhecimento.

De acordo com Suart e Marcondes (2008), o desenvolvimento de atividades que buscam o desenvolvimento cognitivo do aluno podem possibilitar que eles construam suas conclusões para a compreensão do fenômeno, estabelecendo relações entre os dados e fatos químicos observados, podendo oferecer ao aluno a oportunidade de pensar sobre o problema, resolvê-lo através por meio da experimentação, relatar e discutir suas ideias, as quais poderão contribuir para o processo de conceituação do fenômeno químico.

Sabemos que durante a graduação, muitos professores pouco tiveram contato, orientações e aprendizados de maneira satisfatória sobre como planejar e realizar atividades experimentais investigativas, com o desenvolvimento das atividades experimentais relacionando teoria e prática; condição necessária para resultar em uma aprendizagem efetiva (BINSFELD; AUTH, 2011).

Relacionado às dificuldades encontradas pelos professores em desenvolver atividades experimentais, e essas serem justificadas devido carência de atividades de natureza investigativa durante a graduação, Machado e Mol (2008, p. 57) descrevem que:

Muitos professores não utilizam a experimentação com a frequência que gostariam, por não terem desenvolvido um bom domínio de laboratório durante a formação inicial. Isso porque grande parte das atividades realizadas na graduação tem caráter de comprovação das teorias, não atendendo às características citadas anteriormente (O experimento didático deve privilegiar o caráter investigativo, favorecendo a compreensão das relações conceituais da disciplina. A atividade experimental possibilita a introdução de conteúdos a partir de seus aspectos macroscópicos, por meio de análise qualitativa de fenômenos). Dessa forma, não qualificam adequadamente os licenciandos para o magistério (MACHADO; MÓL, 2008, p.57)

Suart e Marcondes (2009), afirmam que:

As atividades experimentais, tanto no ensino médio como em muitas universidades, ainda são muitas vezes tratadas de forma acrítica e aproblemática. Pouca oportunidade é dada aos alunos no processo de coleta de dados, análise e elaboração de hipóteses. O professor é o detentor do conhecimento e a ciência é tratada de forma empírica e algorítmica. O aluno é o agente passivo da aula e a ele cabe seguir um protocolo proposto pelo professor para a atividade experimental, elaborar um relatório e tentar ao máximo se aproximar dos resultados já esperados (SUART; MARCONDES, 2009, p.51).

Neste sentido, faz-se necessário que os professores compreendam que uma atividade experimental ministrada apenas para comprovação dos conceitos, geralmente após a apresentação dos conceitos, e de forma isolada, pode contribuir para que os alunos desenvolvam uma visão deformada do significado da experimentação no trabalho científico (REGINALDO; SHEID; GULLICH, 2012).

Sendo assim, por meio da experimentação, os estudantes deveriam ter a oportunidade de tomar decisões, elaborar hipóteses e conclusões, e ainda, quando os resultados obtidos não estiverem de acordo com os objetivos propostos, os alunos poderiam fazer novas investigações buscando resolver a problemática que lhes fora submetida.

Dessa forma, os estudantes teriam a possibilidade de desenvolver sua autonomia ao buscar informações a fim de construir seus próprios conhecimentos, se apropriando de forma significativa dos conceitos estudados. Neste contexto, Delizoicov e Angotti (1994, p. 22) afirmam que:

[...] não é suficiente “usar o laboratório” ou “fazer experiências”, podendo mesmo essa prática vir a reforçar o caráter autoritário ou dogmático do ensino. [...] Atividades experimentais planejadas e efetivadas somente para “provar” aos alunos leis e teorias são pobres relativamente aos objetivos de formação e apreensão de conhecimentos básicos. Considera-se mais convenientemente um trabalho experimental que dê margem à discussão e interpretação de resultados obtidos (quaisquer que tenham sido), com o professor atuando no sentido de apresentar e desenvolver conceitos, leis e teorias envolvidos na experimentação. Dessa forma, o professor é um orientador crítico da aprendizagem, distanciando-se de uma postura autoritária e dogmática no ensino e possibilitando que os alunos venham a ter uma visão mais adequada do trabalho em ciências (DELIZOICOV; ANGOTTI 1994, p. 22).

Para tanto, existem diferentes formas de abordar as atividades experimentais no Ensino de Química. Neste contexto, cada abordagem diferenciada de ensino implicará em uma maior autonomia dos estudantes e em diferentes habilidades promovidas.

Dessa maneira, as atividades experimentais podem ser desenvolvidas, segundo Oliveira (2010), por demonstração, por verificação e por investigação. Oliveira (2010) descreveu as características de cada tipo de atividade, conforme é evidenciado no Quadro 1.

Quadro 1 - Principais características de atividades experimentais por demonstração, verificação e investigação.

	Tipos de abordagem atividades experimentais		
	Demonstração	Verificação	Investigação
Papel do professor	Executar o experimento; fornecer as explicações para os fenômenos	Fiscalizar a atividade dos alunos; diagnosticar e corrigir erros	Orientar as atividades; incentivar e questionar as decisões dos alunos
Papel do aluno	Observar o experimento; em alguns casos, sugerir explicações	Executar o experimento; explicar os fenômenos observados	Pesquisar, planejar e executar a atividade; discutir explicações
Roteiro de atividade experimental	Fechado, estruturado e de posse exclusiva do professor	Fechado e estruturado	Ausente ou, quando presente, aberto ou não estruturado
Posição ocupada na aula	Central, para ilustração; ou após a abordagem expositiva	Após a abordagem do conteúdo em aula expositiva	A atividade pode ser a própria aula ou pode ocorrer previamente à abordagem do conteúdo
Algumas vantagens	Demandam pouco tempo; podem ser integradas à aula expositiva; úteis quando não há recursos materiais ou espaço físico suficiente para todos os alunos realizarem a prática	Os alunos têm mais facilidade na elaboração de explicações para os fenômenos; é possível verificar através das explicações dos alunos se os conceitos abordados foram bem compreendidos	Os alunos ocupam uma posição mais ativa; há espaço para criatividade e abordagem de temas socialmente relevantes; o “erro” é mais aceito e contribui para o aprendizado
Algumas desvantagens	A simples observação do experimento pode ser um fator de desmotivação; é mais difícil para manter a atenção dos alunos; não há garantia de que todos estarão envolvidos	Pouca contribuição do ponto de vista da aprendizagem de conceitos; o fato dos resultados serem relativamente previsíveis não estimula a curiosidade dos alunos	Requer maior tempo para sua realização. Exige um pouco de experiência dos alunos na prática de atividades experimentais

Fonte: Oliveira (2010, p. 151)

Assim, para que se tenha um aprendizado significativo, é importante que o aluno tenha contato, discuta e compreenda os fenômenos que estão sendo desenvolvidos durante a experimentação. De acordo com o Quadro 1, percebe-se que nas atividades experimentais por investigação, os estudantes são mais ativos durante as aulas, contribuindo assim, para a construção de sua aprendizagem. Ainda, existem professores que utilizam as atividades experimentais de maneira demonstrativa, a fim de apenas motivar os estudantes, dessa forma, todo o aspecto cognitivo é desvalorizado, podendo ser desenvolvido nos estudantes uma visão distorcida da importância da experimentação na construção do conhecimento científico (HODSON, 2005; SUART, 2016). Sabe-se que uma atividade realizada por demonstração,

pode ser considerada investigativa, desde que as ações do professor estejam relacionadas com os pressupostos de uma atividade investigativa, como exemplo a valorização do diálogo, a participação dos estudantes durante a atividade, dentre outros (SASSERON, 2015; SUART, 2016).

Em 1997, Priestley propôs sete níveis de aberturas, uma atividade experimental pode apresentar baseados a que baseado na na maneira como os professores fornecem os problemas, as formas e meios de abordar esses problemas, e como são obtidas as respostas para esses problemas e, também, como cada nível proporciona o desenvolvimento cognitivo do estudante. Os níveis são demonstrados no Quadro 2.

Quadro 2 - Níveis de Abertura de Priestley (1997).

Nível	Título	Descrição das atividades no laboratório	Processo cognitivo
1	Hermeticamente fechado	Proporciona todos os procedimentos aos alunos. Os estudantes anotam os dados em espaços reservados em um protocolo de laboratório. Incluem tabelas com os dados	Conhecimento
2	Muito fechado	Proporciona todos os procedimentos aos alunos. Incluem tabelas com os dados	Conhecimento
3	Fechado	Proporciona todos os procedimentos aos alunos.	Conhecimento e compreensão
4	Semiaberto	Proporciona todos os procedimentos aos alunos. Algumas perguntas ou conclusões são abertas	Compreensão e aplicação
5	Ligeiramente aberto	Proporciona a maioria dos procedimentos aos alunos e algumas perguntas ou questões são abertas	Aplicação
6	Aberto	Os estudantes desenvolvem seus próprios procedimentos. É oferecida uma lista com o material. Muitas perguntas ou conclusões são abertas	Análise e síntese
7	Muito aberto	É indicado um problema aos estudantes que precisam resolver (ou eles mesmos propõem). Os estudantes desenvolvem os procedimentos e tiram suas conclusões	Síntese e avaliação

Fonte: Suart; Afonso (2015, p. 135)

Por meio do Quadro 2 verifica-se que, para se alcançar um elevado nível cognitivo e ainda uma aprendizagem significativa, é importante que os alunos tenham a oportunidade de desenvolver suas próprias atividades e que possam testar suas hipóteses, para obter os

resultados por meio do caminho percorrido. Quando lhe é imposta uma “receita de bolo”, o estudante apenas comprovará os conceitos vistos, já que os resultados obtidos são conhecidos, e, caso não ocorra o esperado, os estudantes poderão não acreditar que o procedimento realizado é adequado, e que os dados obtidos estão incorretos (CARVALHO, 2018).

Carvalho e colaboradores (2010) realizaram um estudo no qual propuseram graus de liberdade intelectual para as atividades propostas pelos professores aos estudantes. Ainda de acordo com os autores, quanto maior a autonomia dada aos estudantes, maior o grau de abertura da atividade. O Grau de Liberdade Intelectual, segundo os autores são:

Grau de Liberdade I: quando o aluno só tem a liberdade intelectual de obter dados, caracterizando a aula tipo “receita de cozinha”. O problema, as hipóteses, o plano de trabalho e as próprias conclusões sobre os dados a serem obtidos já são propostos.

Grau de Liberdade II: é caracterizado por dar aos alunos a liberdade de tirarem conclusões a partir de seus próprios dados.

Grau de Liberdade III: não é mais o professor ou o manual que irá propor aos alunos o que deverá ser feito, mas o aluno é convidado a elaborar o plano de trabalho para a obtenção dos seus dados, que levarão às conclusões de seu grupo.

Grau de Liberdade IV: é caracterizado pelas atividades em que os alunos só recebem do professor o problema e ficam responsáveis por todo o trabalho intelectual e operacional.

Grau de Liberdade V: quando até o problema deve ser proposto pelos alunos (CARVALHO et al. 2010, p. 54, 55 e 56).

Tendo em vista a definição de cada um dos graus de liberdade, Carvalho (2018) reorganizou-os, em 2018. O Quadro 3 demonstra os graus de liberdade do professor e dos alunos em atividades experimentais.

Quadro 3 - Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A), em atividades experimentais

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	P/A	A	A
Plano de Trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe

Fonte: Carvalho (2018, p. 768)

Por meio do Quadro 3, é possível identificar como cada atividade proporciona uma autonomia diferente aos estudantes. Percebe-se que no grau 1, os estudantes apenas obtêm dados e nenhuma autonomia lhes é dada, sendo apenas receptores de informações. Nesse contexto, pode-se inferir que atividades dessa natureza não contribuem para uma aprendizagem mais eficaz pelos alunos.

Ao analisar os graus de liberdade 2 e 3, percebemos que os alunos participam com maior frequência na realização da atividade, mas o professor ainda é protagonista da atividade. No grau de liberdade 4, os estudantes participam ativamente da elaboração e conclusão da atividade, no entanto, o professor ainda é quem propõe o problema a ser investigado. Em contrapartida, no grau de liberdade 5, o estudante é quem faz todo o processo de investigação, inclusive propõe a questão problema, mas é sabido que isso é raro de acontecer nas escolas e, também, nas universidades, pois os professores, em seus cursos de formação inicial e continuada, muitas vezes não tiveram embasamentos suficientes para orientar seus alunos a realizarem atividades dessa natureza, e os estudantes, durante sua jornada escolar, até o ingresso em um curso superior, muitas vezes não são preparados para se envolverem nesse tipo de atividade.

Ainda em relação aos graus de liberdade, Suart e Afonso (2015) descrevem as três definições propostas por Schwab⁷ (1962) em um de seus trabalhos, denominadas “graus de abertura para as atividades realizadas em laboratório.” De acordo com as autoras, os graus de abertura podem ser baseados no nível de dificuldade com o qual o professor propõe a atividade, que são: “a) os problemas; b) as maneiras e os meios para afrontar esse problema; c) a resposta a esses problemas” (SUART; AFONSO, 2015, p. 135).

Os três níveis propostos por Schwab, descritos por Suart e Afonso (2015), estão apresentados a seguir:

No primeiro nível, o docente apresenta uma série de problemas não discutidos anteriormente em sala, com diferentes formas de chegar à solução;

No segundo nível, o docente levanta um problema sem nenhuma sugestão a respeito da metodologia;

No terceiro nível, o docente apresenta fenômenos projetados para estimular a identificação de um problema (SUART; AFONSO, 2015 p. 135).

⁷ SCHWAB, Joseph J.; BRANDWEIN, Paul F. The teaching of science as enquiry. 1962.

Neste sentido, Silva (2011) descreveu elementos pedagógicos que são essenciais para o planejamento e desenvolvimento de atividades experimentais, que são eles: objetivo do experimento, questão problema, levantamento ou retomada de ideias, questões nas aulas, sistematização, papel do professor e do aluno, questões pré e pós-laboratório. A autora ainda apresentou diferentes níveis que definem a demanda investigativa crescente da atividade que são: não apresenta características investigativas; tangencia características investigativas; apresenta algumas características, atividade investigativa. Dessa maneira, uma atividade considerada investigativa, deve apresentar uma questão problema, valorizar a participação dos estudantes durante as aulas, e apresentar questões que o aluno possa investigar durante o experimento. A descrição detalhada de cada um desses elementos pedagógicos será apresentada na seção **Percorso Metodológico**, presente na seção 4.

No entanto, para que as práticas de laboratório possam promover elevados níveis de investigação e cognição, e as conclusões dos estudantes sejam significativas para a compreensão dos conceitos e, também, em sua aplicação nos meios sociais, Suart e Marcondes (2009) elaboraram um estudo no qual apresentam sugestões de níveis cognitivos para as questões propostas pelo professor ao elaborar um roteiro ou uma aula experimental e, também, para as respostas dadas pelos estudantes a essas questões.

De acordo com Suart e Marcondes (2009), uma atividade investigativa, de natureza experimental ou não, tem extrema importância para o desenvolvimento da capacidade cognitiva dos estudantes. De acordo com as autoras, faz-se necessário que as atividades sejam desenvolvidas de maneira a desempenhar o raciocínio lógico dos estudantes, assim, o indivíduo poderá manifestar as mais diversas habilidades, como a elaboração de hipóteses, interpretação de gráficos e tabelas, a generalização e as tomadas de decisões.

Neste contexto, é necessário compreender o que são consideradas habilidades de baixa e de alta ordem cognitiva. Baseado nas ideias de Zoller (2002), Suart (2008), considera habilidades cognitivas de baixa e de alta ordem, como:

Habilidades Cognitivas de Baixa Ordem são caracterizadas por capacidades tais como: conhecer, recordar/relembrar a informação e/ou aplicar conhecimentos ou algoritmos memorizados em situações familiares e na resolução de exercícios; já as de Alta Ordem, são referidas como aquelas capacidades orientadas para a investigação, resolução de problemas (não exercícios), tomada de decisões, desenvolvimento do pensamento crítico e avaliativo (SUART, 2008, p. 38).

Por meio dos níveis cognitivos, infere-se que quanto maior a exigência cognitiva das questões propostas, os estudantes poderão manifestar uma maior habilidade cognitiva em sua resposta, seja ela oral ou escrita. No entanto, é importante ressaltar que é necessário que em uma aula, seja ela de natureza experimental ou não, tenham questões de baixa ordem também, pois, por meio delas, é possível conhecer as ideias que os estudantes trazem a respeito do conceito a ser estudado, auxiliando os estudantes na organização de seus pensamentos. Esta concepção também é válida para os graus e níveis de aberturas de uma atividade experimental. Se os estudantes estão inseridos em um ambiente totalmente tradicional, é importante que, ao propor atividades de natureza investigativa, o professor possa dar suporte suficiente para que os estudantes participem de maneira ativa do estudo proposto. E, assim, quanto mais os alunos e professores se apropriarem da abordagem de Ensino por Investigação, pressupõe-se que maiores serão os graus e níveis de abertura das atividades, bem como do nível cognitivo das questões propostas e das respostas manifestadas.

Desta forma, espera-se que quanto maior forem os Níveis de Investigação de determinada atividade, maior será a possibilidade de desenvolvimento das habilidades cognitivas de alta ordem pelos estudantes.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A experimentação a no ensino de ciências

Atualmente, existem muitos debates acerca da necessidade de reformular os conteúdos, as metodologias e as formas pelas quais a construção do conhecimento se dá (REGO; NEGRO-DELLACQUA; MAGALHÃES, 2019). Para que o Ensino de Ciências seja mais significativo, existem diversas possibilidades, dentre elas, podemos citar a utilização de abordagens de ensino nas quais os alunos sejam protagonistas no processo de ensino aprendizagem. De acordo com Sobral e Campos (2012), essas abordagens são capazes de estimular a autonomia dos estudantes, possibilitando a eles buscarem a resolução de problemas e situações com soluções inteligentes e criativas (REGO; NEGRO-DELLACQUA; MAGALHÃES, 2019).

Uma das alternativas para promover um ensino mais contextualizado, onde a participação dos estudantes é privilegiada, é por meio das atividades experimentais baseadas na perspectiva do Ensino por Investigação. Atividades experimentais desta natureza, privilegiam os aspectos cognitivos, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades essenciais para o exercício da cidadania dos alunos e, também, para a construção de conceitos químicos (SUART, 2008).

Com isso, as atividades experimentais e suas diferentes abordagens, têm gerado muita discussão entre os pesquisadores da área de Ensino de Ciências e, uma das preocupações, segundo Galiazzi e Gonçalves (2004), é o cuidado que se deve ter com os experimentos realizados apenas para comprovar teorias, ou seja, deve-se superar essa visão de que a atividade experimental tem essa única função.

Na concepção do laboratório tradicional, o aluno realiza uma atividade prática, que envolve observação e medidas sobre fenômenos determinados pelo professor e o objetivo é, geralmente, verificar, na prática, conceitos aprendidos anteriormente, de forma teórica (BORGES, 2002). Porém, atividades experimentais realizadas dessa forma pouco contribuem para a aprendizagem, já que se gasta muito tempo com montagem e operação de equipamentos, coleta de dados e cálculos, para chegar à resposta esperada, e pouco, ou nenhum tempo, com análise e interpretação do resultado e, ainda, com o próprio significado da atividade realizada (CACHAPUZ et al., 2005).

O tema atividades investigativas vêm sendo discutido há tempos por diversos autores como Borges (2002), Azevedo (2009), Carvalho (2009), Munford e Lima (2007), Sá (2009),

Sá et al. (2011). De acordo com Sá et al., (2007), atividades dessa natureza desenvolvem a capacidade de tomada de decisões pelos estudantes. Já Azevedo (2004) descreve que as atividades devem ter sentido para o estudante, para que ele não seja desestimulado a resolver o problema previsto. Para Suart, Marcondes e Lamas (2010), atividades experimentais ditas investigativas proporcionam a participação dos alunos de forma ativa, isso porque exige dos estudantes a elaboração de hipóteses, o que é essencial para a construção do conhecimento científico (SUART; MARCONDES; LAMAS, 2010).

Dessa forma, na experimentação investigativa, os alunos não são apenas ouvintes e receptores de conceitos e soluções prontas, mas sim, participam ativamente da resolução do problema proposto, elaborando hipóteses, coletando e analisando dados, elaborando conclusões e socializando com outros estudantes. E o professor, por sua vez, torna-se um questionador, conduzindo perguntas e propondo desafios para que os alunos tirem suas próprias conclusões (SUART; MARCONDES, 2008).

Neste sentido, será apresentada aqui, uma revisão bibliográfica a respeito das contribuições das atividades investigativas para o desenvolvimento da autonomia e aprendizado pelos estudantes. E ainda, as contribuições das atividades experimentais investigativas no ensino de ciências para a promoção de habilidades cognitivas.

A pesquisa realizada por Prsybyciem e colaboradores (2018) buscou investigar as contribuições de atividades experimentais investigativas para o desenvolvimento do conceito de chuva ácida para estudantes do ensino médio de um colégio público estadual da região sul do Paraná. Inicialmente, foi aplicado um questionário a fim de conhecer as concepções prévias dos estudantes.

A atividade contemplou 150 horas/aulas e foi dividida em oito momentos, baseados na proposta de Prsybyciem (2015), as quais vão ao encontro dos elementos pedagógicos apresentados por Silva (2011), que serão utilizados nesta pesquisa. Por meio dos resultados obtidos, evidencia-se que através das atividades propostas, foi estimulada a curiosidade e a motivação para a aprendizagem pelos estudantes, percebendo-se uma evolução dos conceitos de química envolvidos. Esses resultados são satisfatórios, pois demonstram que o ensino de Química desenvolvido por meio de práticas pedagógicas investigativas, possibilita o desenvolvimento da autonomia, o processo da tomada de decisão e da alfabetização científica pelos alunos por meio de um ensino por investigação.

O trabalho realizado por Medeiros e Silva (2019) buscou investigar como as práticas epistêmicas, desenvolvidas através da abordagem de ensino por investigação, proporcionam uma formação mais efetiva. Para a coleta dos dados, foi aplicado um módulo didático a estudantes da primeira série de um curso técnico de nível médio integrado em alimentos, para o desenvolvimento do conceito de Ligações Químicas, mais especificamente, Ligações Metálicas. Durante a aplicação, os estudantes foram divididos em grupos, dos quais apenas um grupo foi selecionado e analisado.

O módulo didático foi dividido em cinco aulas, nas quais a primeira e a quinta aula, foram analisadas. Na primeira aula, foram propostas questões problematizadoras e, na quinta aula, foi proposta uma atividade experimental intitulada o “que acontece se utilizarmos um martelo para moldar diferentes sólidos?” com o objetivo de discutir a relação entre as propriedades das substâncias e a ligação química de seus constituintes” (MEDEIROS; SILVA, 2019, p. 3). Por meio dos resultados obtidos, percebeu-se grande interesse por parte dos alunos, ao se depararem com questões problematizadoras, pelo fato de se sentirem protagonistas do processo de construção de conhecimento. Por meio dos resultados obtidos, as autoras consideram que a atividade contribuiu de forma significativa para a construção do conhecimento dos estudantes, conforme exposto a seguir:

Percebemos a grande relevância que a metodologia investigativa exerce sobre o ensino, especialmente na sala de aula de Química que se caracteriza como uma disciplina de difícil assimilação por diversos estudantes, porém, quando estes passam a compreender as etapas da comunidade científica, desenvolvem outro olhar sobre a ciência, um olhar crítico, típico de um pesquisador, amadurecendo suas concepções e tornando o processo de aprendizagem significativo (MEDEIROS; SILVA, 2019, p. 7).

A pesquisa realizada por Cardoso e Scarpa (2019), objetivou investigar e identificar o que licenciandos expressam sobre os elementos da abordagem de Ensino por Investigação. Para a obtenção dos dados, foram realizadas entrevistas com sete licenciandos participantes de um programa de formação docente.

Após planejar e ministrar uma sequência de aulas, os sete licenciandos participaram de uma entrevista semiestruturada, a qual possibilitou que eles relatassem sobre a sua experiência no desenvolvimento de atividades propostas por meio da abordagem do Ensino por Investigação.

Por meio dos resultados obtidos, percebe-se que os licenciandos apresentam um entendimento acerca do Ensino por Investigação como uma abordagem de ensino em que as

questões ou problemas de investigação são de suma importância. Os licenciandos ainda apresentaram ideias que demonstram um entendimento de que questões e problemas de investigação podem ser desenvolvidos tanto pelo professor quanto pelo estudante; “de que o professor é ativo em auxiliar o estudante na sua elaboração e na resolução; e de que há desafios no seu desenvolvimento” (CARDOSO; SCARPA, 2019, p. 6).

O trabalho realizado por Zompero et al., (2018), buscou investigar a compreensão dos estudantes e a manifestação de habilidades cognitivas sobre procedimentos referentes à ciência, como a identificação do problema a ser investigado, a elaboração de um plano de trabalho para resolvê-lo e os procedimentos para anotação dos dados.

A atividade foi aplicada a um grupo de estudantes participantes de um projeto de iniciação científica Júnior, estudantes do Ensino Médio de uma escola da rede privada da cidade de Londrina. O estudo partiu de um estudo qualitativo desenvolvido por professores de Biologia, e as “atividades realizadas pelos alunos abordaram assuntos referentes ao leite e seus derivados, destacando características, análise de pH, conservação e procedimentos envolvidos em seu processamento e consumo” (ZOMPERO et al., 2018, p. 330). Para conhecer as ideias prévias dos estudantes, o professor realizou uma discussão inicial em sala de aula contextualizando o tema. Posteriormente, foi apresentado um problema aos alunos referente às discussões que ocorreram na introdução. Os resultados apresentados na pesquisa são referentes à primeira atividade aplicada aos alunos com o intuito de averiguar a compreensão deles quanto a alguns aspectos do fazer científico.

Os dados foram organizados em categorias de acordo com as suas semelhanças e posteriormente analisados utilizando os níveis de habilidades cognitivas, conforme proposto por Zoller (2001), onde as habilidades podem ser classificadas em baixa ordem (LOCS) ou em alta ordem (HOCS).

Através dos resultados obtidos, foi possível perceber que os estudantes apresentaram habilidades, tanto de LOCS quanto de HOCS, no entanto prevaleceram habilidades cognitivas do tipo LOCS no decorrer do projeto. Conforme evidenciado:

Os estudantes participantes do projeto apresentam, em parte, conhecimentos satisfatórios quanto à identificação de um problema e anotações de dados, porém, dificuldades em propor soluções para resolver problemas com base em critérios da ciência. (...) planejar estratégias para resolver o problema, bem como sua execução dependem de recursos cognitivos como a reflexão e o metac conhecimento associados aos conhecimentos declarativos de áreas específicas para exercer o controle e a execução de estratégias de como resolver o problema apresentado (ZOMPERO et al., 2018, p. 335).

Com base no trabalho realizado pelos autores, pode-se perceber que é importante que os estudantes participem de maneira ativa no processo de construção do conhecimento. Que sejam transferidos aos alunos a responsabilidade de controle das tarefas e que o professor seja um orientador e mediador das atividades, evitando ser apenas um reproduzidor de conhecimentos.

Freitas et al (2014) utilizaram a metodologia investigativa para estudar os conceitos de eletroquímica com estudantes da EJA (Educação de Jovens e Adultos), por meio da experimentação. O objetivo dessa metodologia de ensino é de romper os métodos convencionais da experimentação, onde o professor é o detentor do conhecimento e o aluno reproduzidor de procedimentos. Os estudantes foram orientados a construir dois sistemas de pilhas, utilizando limões e batatas. Durante a aula, os pesquisadores atuaram como mediadores, realizando questionamentos que estavam de acordo com o contexto da atividade.

Vale ressaltar que não foram todos os estudantes que correlacionaram o conceito de eletroquímica com a atividade prática. No entanto, alguns desses alunos conseguiram, demonstrando, assim, que a atividade contribuiu para o aprendizado significativo dos estudantes.

Nem todos os alunos da EJA conseguiram correlacionar os conteúdos de eletroquímica com a atividade experimental de construção das pilhas, porém outros assim o conseguiram fazer, evidenciando que a atividade desenvolveu conhecimentos significativos nos alunos. Embora os estudantes do EJA investigados tivessem diversas dificuldades relacionadas a rotina diária, como o cansaço, eles estavam estimulados para realizar a atividade. Ainda é importante destacar que os estudantes tiveram dificuldades para responder os questionamentos, pois as respostas dadas por eles, estavam baseadas na memorização, demonstrando mais uma vez a necessidade de novas metodologias que possibilitem a criticidade, liberdade e autonomia dos alunos na construção do conhecimento (FREITAS et al., 2014).

A pesquisa de Fernandes, Rodrigues e Nunes (2012) teve por objetivo exibir e debater os fundamentos, as pretensões e métodos do projeto “Avaliação, Ensino e Aprendizagens no Ensino Superior em Portugal e no Brasil: Realidades e Perspectivas”⁸, no qual o intuito fundamental foi conhecer e compreender práticas de ensino, avaliação e processos de

⁸ A instituição proponente, junto da Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), foi o Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

participação dos alunos no desenvolvimento de suas aprendizagens, em uma variedade de cursos de Universidades portuguesas e brasileiras. A investigação se deu por meio de uma extensiva e intensiva produção de dados empíricos, onde os autores foram capazes de produzir narrativas plausíveis, as quais descrevem, analisam e interpretam como ensinar, como avaliar e como aprender dentro de uma diversidade de cursos do ensino superior, distribuídos por quatro áreas de conhecimento: Ciências Sociais, Artes e Humanidades, Engenharia e Tecnologias e Ciências da Saúde.

Os autores utilizaram 1000 horas/aula realizando entrevistas com 150 alunos e 60 professores. Os dados foram obtidos por meio de questionários, sendo esse estudo organizado em cinco etapas.

Na primeira, uma breve contextualização da investigação foi realizada, uma revisão da literatura e onde foi construído um referencial teórico, crítico por meio do estudo e da sistematização de literatura inerentes ao ensino, avaliação e aprendizagem no ensino superior e da formação dos jovens universitários, são relativamente escassos.

Na segunda etapa, foi realizada uma análise documental, com base nos documentos orientadores de natureza pedagógica, das Universidades envolvidas. O objetivo foi de analisar as políticas de avaliação das aprendizagens dos alunos e outras orientações de caráter pedagógico, identificando os fundamentos que orientam as concepções de avaliação, ensino e aprendizagem, além das funções da avaliação e os instrumentos utilizados e/ou recomendados para a realização dessas avaliações. Por meio desses, pode-se perceber que eles contribuem para a construção de uma cartografia científica de avaliação da aprendizagem no Ensino, permitindo uma reflexão e discussão, de forma a abrir caminhos a possíveis inovações e à produção de uma série de recomendações.

A terceira etapa trata-se do problema principal da investigação, que é resultado da necessidade de compreender as relações entre uma variedade de elementos que afetam o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos. Os autores utilizaram-se de questões norteadoras, como, por exemplo: Como é a organização dos professores quanto ao ensino e a avaliação?; O que é que valorizam mais e menos?; Em que medida é que os alunos participam no desenvolvimento das suas aprendizagens e na respetiva avaliação?; Como poderão relacionar-se as práticas de avaliação observadas com as práticas de ensino e as aprendizagens?; entre outras.

Nas fases quatro e cinco, os autores reuniram as informações dos professores e alunos de diferentes cursos/disciplinas de Ciências Sociais, Artes e Humanidades, Engenharia e Tecnologias e Ciências da Saúde, sendo obtidos dados de natureza quantitativa e qualitativa que permitiram a descrição, análise e interpretação dos fenômenos de interesse associados ao problema e às questões orientadoras da pesquisa.

As cinco fases utilizadas para o desenvolvimento da pesquisa foram: Fase Teórica e Conceitual; Fase da Análise Documental; Fase do Estudo Extensivo; Fase do Estudo Intensivo; Fase da Interação Social e da Reflexão. Com isso, os resultados obtidos na investigação puderam auxiliar na compreensão de práticas de ensino e avaliação e na atuação de estudantes/alunos no processo de aprendizagem no ensino superior. Os autores concluem que o estudo pode contribuir com a produção de conhecimento e reflexão teórica, a qual vem sendo negligenciada em Portugal e no Brasil. Portanto, os resultados têm papel importante no que diz respeito ao desenvolvimento e melhora de projetos educativos e formativos, práticas pedagógicas e políticas de formação de pessoal docente do ensino superior.

Este trabalho demonstra a real necessidade de repensar e melhorar as práticas educativas e pedagógica, bem como as políticas de formação de pessoal docente do ensino superior. Nesse sentido, compreende-se a importância de os cursos de graduação, sejam eles licenciaturas ou bacharelados, desenvolverem atividades de natureza investigativa, a fim de que os estudantes, ao exercerem a sua profissão, sejam capazes de tomar decisões e propor soluções para os mais diversos problemas encontrados em seu cotidiano.

Com o objetivo de apresentar aos alunos do curso de Licenciatura em Química uma proposta investigativa em aulas experimentais, Gondim e Mól (2007) exploraram os diferentes níveis de diretividade, considerando uma escala que leva em conta o problema, os caminhos, os meios e a resposta. A investigação foi realizada em 2006, no primeiro semestre, na disciplina de Laboratório de Química Fundamental, correspondente à parte prática do componente de Química Geral, da Universidade de Brasília (UnB). As atividades foram registradas no diário de bordo e gravadas em vídeo, sendo acompanhadas por um técnico e dois professores pesquisadores. A turma foi dividida em grupos, onde discutiram os seguintes conceitos: precisão de medidas e separação de substâncias; determinação da Constante de Avogadro; reações de substâncias inorgânicas em solução aquosa; estudo cinético da reação do magnésio e ácido clorídrico e termoquímica. Para a análise dos experimentos realizados pelos estudantes durante as aulas, os autores adotaram o referencial teórico de Costa et al.

(1985)⁹, alusivo à escala de diretividade que passa pelos níveis zero, um, dois e três. De acordo com os autores a escola de diretividade pode ser definida como:

- Nível zero: o problema, os caminhos e meios e a resposta são dados. Este nível, embora seja amplamente empregado em cursos de graduação, não favorece o desenvolvimento da investigação. Nesses casos, os estudantes recebem roteiros lineares das aulas práticas a serem realizadas, tornando-se simples executores de tarefas.
- Nível um: o problema, os caminhos e meios são dados, ficando somente a resposta em aberto. Encontrado nas aulas experimentais de química, tanto no ensino básico como no superior.
- Nível dois: o problema é dado, mas os caminhos, os meios e as respostas ficam em aberto. Pouco comum.
- Nível três: o problema, os caminhos e meios e a resposta ficam em aberto. Neste nível, os estudantes defrontam-se com situações que devem instigá-los a definir um problema, criar hipóteses e definir um método para investigá-lo. Raríssimo. (GONDIM; MOL, 2007, p. 4,5)

Assim, primeiramente, os autores realizaram um diagnóstico do perfil dos estudantes, por meio de um questionário relativo à experimentação na Química do ensino médio, sendo que 70% deles não havia participado de aulas experimentais, apontando que a experiência se tratava de algo novo. Na atividade de precisão de medidas, os alunos separaram os materiais, utilizando os métodos que achavam mais adequados. A tarefa foi caracterizada pelos autores como de nível de diretividade dois, onde alguns alunos apresentaram conhecimento em relação aos procedimentos, mas não sobre a utilização adequada de técnicas e equipamentos do laboratório.

Já no experimento referente a determinação da Constante de Avogadro, havia um roteiro detalhado de nível de diretividade zero, no qual os alunos expressavam um perfil questionador e apontavam alterações no experimento para atingirem seus objetivos. A atividade de reações de substâncias inorgânicas em soluções aquosas¹⁰ foi desenvolvida em duas aulas - a primeira com a organização dos grupos e elaboração dos procedimentos, identificando as substâncias presentes em 12 amostras, com um nível de diretividade dois; a segunda aula ocorreu com a execução do experimento com discussão de conceitos, como o pH, solubilidade e reação química, desafiando e motivando os alunos. Dessa maneira, percebe-se que os níveis de diretividade passaram de zero para dois. Com isso os estudantes

⁹ COSTA, Ana Maria et al. Tópicos na organização do conteúdo químico. [s.n.], 1985.

¹⁰ Atividade disponível em: NERY, Ana Luiza P.; LIEGEL, Rodrigo M.; FERNANDEZ, Carmen. Reações envolvendo íons em solução aquosa: uma abordagem problemática para a previsão e equacionamento de alguns tipos de reações inorgânicas. **Química Nova na Escola**, n. 23, p. 14-18, mai., 2006.

puderam realizar discussões com os professores e entre os próprios colegas, contribuindo, assim, de maneira significativa para a aprendizagem dos estudantes.

A atividade de estudo cinético da reação do magnésio e ácido clorídrico¹¹, com nível de diretividade dois, foi realizada em duas etapas - primeiro com a discussão sobre os fatores que afetariam a rapidez da reação; e a segunda com a explicação dos métodos matemáticos para a definição dos parâmetros cinéticos. E, por fim, a atividade relacionada à Termoquímica, que foi desenvolvida a partir de um roteiro pronto de Bessler e Neder (2004)¹², sendo pouco dinâmica e trabalhosa, segundo relato dos alunos.

Como destaque, os autores apontaram que no início do componente curricular, os estudantes fizeram reclamações relativas à falta de roteiro em algumas aulas, no entanto, com o passar das atividades, foram desenvolvendo autonomia, senso crítico e a criatividade na resolução de problemas químicos, contribuindo para uma aprendizagem mais proveitosa, onde a orientação dos professores, em alguns momentos do experimento, foi muito importante.

No intuito de discutir a experimentação e o processo formativo de alunos matriculados no curso de Química A – Bacharelado e Licenciatura¹³ e Licenciatura em Química B, Cremasco et al. (2020) investigaram 117 estudantes, entre 18 a 30 anos, por intermédio de um questionário constituído de 12 questões. A análise ocorreu sob a Teoria das Representações Sociais (TRS), de Moscovici (2008), que investiga a atribuição de significado aos objetos, pessoas, ideias ou conceitos que os sujeitos de um determinado grupo social partilham. Para o tratamento das informações e a determinação das Representações Sociais (RS), utilizaram o programa EVOCATION 2005 e o IRAMUTEQ, empregando a análise prototípica e a análise de similitude. De acordo com os autores, “a análise prototípica tem por objetivo identificar os termos dos sistemas central e periférico da RS, ou seja, evidencia a estrutura da representação em função da saliência das evocações feitas. Por sua vez, a análise de similitude permite identificar as relações entre os termos dos sistemas central e periférico, ou seja, o poder associativo dos termos centrais da RS” (CREMASCO et al. 2020, p. 317).

¹¹ Atividade disponível em: GENNARI, Fabiana C. *et al.* A non-traditional laboratory proposal: investigating the kinetics of a chemical reaction. **Chemical Educator**, v. 6, p. 217-220, 2001.

¹² BESSLER, Karl E.; NEDER, Amarílis V. S. Química em tubos de ensaio. São Paulo: Edgard Blücher, 2004

¹³ O ingresso neste curso de Química faz parte de uma carreira única “Química – Bacharelado e Licenciatura” com posterior opção por diferentes modalidades.

Os resultados mostram RS diferentes para os dois grupos, onde os alunos de Química A destacaram os termos laboratório, teste, pesquisa e ciências. Na conectividade com a construção da árvore de similitude máxima, surgiram: laboratório, teste e pesquisa. Os significados dados a esses termos foram: em relação à palavra laboratório, os alunos referem ao espaço físico apropriado para a realização dos experimentos; teste é compreendido pelos estudantes como elemento de uma pesquisa científica, e o termo pesquisa, expressa a descoberta de algo novo, remetendo à importância da atividade no laboratório.

Para os alunos de Química B, os termos em destaque foram: conhecimento, descoberta, pesquisa e experimento. Enquanto a árvore de similitude permitiu encontrar: descoberta, laboratório, pesquisa e conhecimento, na qual a palavra laboratório remete à ideia de espaço físico apropriado para a realização de experimentos; o termo conhecimento é compreendido como construção de aprendizado do próprio sujeito; a expressão pesquisa surge como busca de informação para a realização de uma atividade experimental; e descoberta, como desenvolvimento de produtos.

Desta forma, os autores concluíram a relação dos termos das RS, na qual laboratório caracteriza-se de maneira semelhante, tendo o mesmo sentido para esses sujeitos. Já a expressão pesquisa, por sua vez, é diferente, pois, na Química A, eles a compreendem como um procedimento em que se deve seguir, enquanto, na Química B, refere-se à necessidade de buscar informações. Os termos diferentes são teste, para Química A, e conhecimento e descoberta, para a Química B, sendo teste compreendido pelo primeiro grupo como procedimento de verificação ou validação; já, conhecimento e descoberta são compreendidos pelos alunos como resultantes das atividades experimentais.

Sendo assim, entende-se que a estrutura da formação inicial dos dois grupos de alunos reflete as RS no que tange às questões que envolvem a Química e seu ensino. Isso, pois a RS dos estudantes de Química A, em relação ao termo experimentação, evidenciou a compreensão do termo, de acordo com uma perspectiva empírica, na qual vigora a ideia da experimentação como uma atividade central da pesquisa científica, enquanto os estudantes do curso de Química B apresentam concepções em relação à construção do conhecimento, por meio de práticas experimentais e características procedimentais da atividade laboratorial. Os autores acreditam que dois fatores podem ser indicados como contribuintes para a explicação dessa diferença: o primeiro, é a estrutura curricular dos cursos e o segundo é a participação dos estudantes em projetos de iniciação à docência.

Através desse estudo, percebe-se que desde 2007, e ainda nos dias atuais, são discutidas a necessidade de mudanças e melhorias nas aulas experimentais, sejam nos cursos de licenciaturas e também nos cursos de bacharelado, visto que algumas concepções entre os estudantes das duas modalidades são diferentes, principalmente quanto a aspectos históricos da construção do pensamento científico, bem como aspectos pedagógicos. Dessa maneira, é necessário que atividades investigativas sejam desenvolvidas nos cursos de formação, não somente visando à formação docente, mas também, para aqueles que serão bacharéis, pois eles terão que investigar problemas dentro de uma indústria, reelaborar procedimentos, dentre outros. E ainda, pensarem em questões relacionados a sociedade, ao ambiente e a tecnologia.

Por fim, apresenta-se o trabalho realizado por Aragüés, Quílez, Gómez (2014), que investigaram o papel desempenhado por três professores em formação inicial, quando realizaram seu estágio em uma escola da rede pública, ao aplicarem uma atividade de investigação e como isso influencia seu desenvolvimento. Para a obtenção dos dados, foram analisadas as gravações em vídeo de uma atividade realizada, por meio de categorias que levavam em consideração: fases didáticas (como observação ou enunciado de hipóteses), habilidades de comunicação (como descrição ou perguntas), bem como quem realiza a ação (professor ou aluno). Os resultados mostram que os professores em formação inicial encontraram dificuldades relacionadas a aspectos de: 1) estruturação das sequências didáticas; 2) fazer perguntas; e / ou 3) estabelecimento de conclusões que representem uma síntese dos conceitos abordados. Por meio desses dados, pode-se inferir que, embora os professores em formação inicial tenham interesse de participar/ realizar atividades investigativas, ainda apresentam dificuldades em estruturar essas atividades de acordo com características investigativas, como a proposição de questionamentos aos estudantes, para a proposição de hipóteses para estabelecerem conclusões e sínteses dos conceitos abordados.

Sendo assim, fica evidente que as atividades investigativas devem fazer parte dos currículos desde a educação básica até os cursos de graduação. E ainda que durante os cursos de graduação, os estudantes tenham contato com atividades de natureza investigativa, para que possam, no decorrer de sua profissão, elaborar, executar suas atividades de forma a não seguir uma receita pronta, mas sim, fazendo as inferências necessárias, refletindo sobre suas ações e ainda, buscando soluções para os mais diversos problemas enfrentados.

Neste sentido, infere-se que o ensino de Ciências por investigação, enquanto abordagem de ensino, propicia aos profissionais da química, sejam eles licenciados e

bacharéis, compreenderem fundamentos para, então, desenvolver atividades investigativas por meio de diversas metodologias e estratégias, onde os estudantes são os protagonistas no processo do conhecimento sem que haja perdas no teor histórico, problemático e sociocultural da investigação científica.

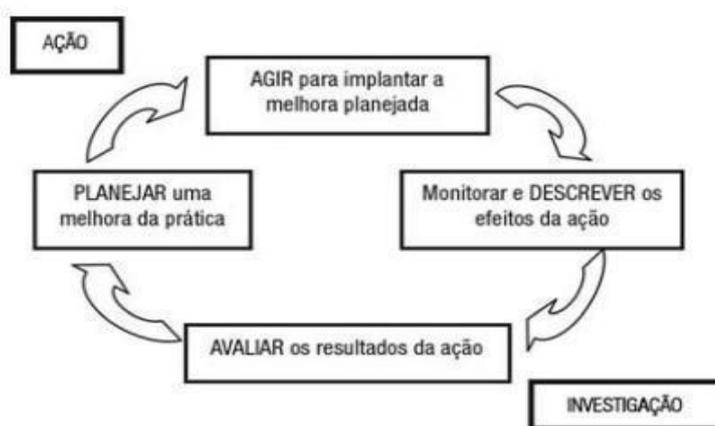
4. PERCURSO METODOLÓGICO

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Lavras, sob o parecer de número 3.736.531. Todos os dados aqui apresentados foram autorizados para a pesquisa pelos envolvidos. Seu desenvolvimento buscou fornecer alguns subsídios para que os professores universitários, sejam eles da área de química, ou não, reflitam, explorem e desenvolvam atividades experimentais baseadas na abordagem de Ensino por Investigação. Ainda, que ao elaborarem roteiros experimentais, sejam propostas questões que demandem habilidades cognitivas de baixas e altas ordens.

Dessa forma, esta pesquisa apresenta características de uma abordagem qualitativa, baseadas na pesquisa ação. De acordo com Tripp (2005), existe uma certa dificuldade em definir o que é a pesquisa-ação, pois “é um processo tão natural que se apresenta, sob muitos aspectos, diferentes; e segundo, ela se desenvolveu de maneira diferente para diferentes aplicações” (TRIPP, 2005, p. 445). Ainda de acordo com o autor, por meio da pesquisa-ação, pode-se desenvolver a investigação-ação, onde o pesquisador tem a oportunidade de planejar, implementar, descrever e avaliar toda sua prática, tendo a oportunidade de refletir e aprimorá-la.

A Figura 1 mostra as quatro fases do ciclo básico da investigação-ação, descritas por Tripp (2005).

Figura 1: Ciclo da Investigação-ação



Fonte: Tripp (2005, p. 446)

Por meio da Figura 1, podemos inferir que a ação se faz presente durante toda a investigação. Dessa maneira, a pesquisadora avalia sua prática e ainda tem a oportunidade de refletir sobre suas ações de modo a melhorá-la.

Neste contexto, para que se possa investigar as contribuições de atividades investigativas visando a promoção de habilidades cognitivas, é importante que haja um planejamento, seguido da ação e reflexão sobre as ações propostas e uma avaliação final, onde sejam apontados os dados e os resultados obtidos durante o processo investigativo e se esses estão de acordo com os objetivos propostos.

Sendo assim, os roteiros experimentais e planos de aulas, propostos para esta pesquisa, foram planejados pela pesquisadora. Posteriormente, ela ministrou as aulas e realizou a análise dos dados. É importante salientar que, para a elaboração dos materiais, a pesquisadora não utilizou das categorias e critérios apresentados na subseção 4.2, os quais apresentam os elementos pedagógicos essenciais que uma atividade experimental deve apresentar para ser considerada investigativa, tais como, o pré laboratório, a questão problema, as questões durante a aula e a sistematização do conhecimento. No entanto, por participar de um grupo de pesquisa, desde a graduação, o qual estuda e desenvolve atividades por meio da abordagem do Ensino por Investigação, ela se baseou em seus conhecimentos sobre o tema e, ainda, realizou estudos de referenciais teóricos - alguns apresentados nesta dissertação - que descrevem características da abordagem de Ensino por Investigação, sendo então esses conhecimentos que deram aporte à pesquisadora para propor as atividades.

A seguir, serão detalhadas as fases da pesquisa, os sujeitos envolvidos, os materiais propostos e os critérios utilizados para análise.

4.1 Metodologia de Pesquisa

4.1.1 O curso de Química da UFLA

O curso de Química da Universidade Federal de Lavras, criado em 2001, oferecia, até o primeiro semestre de 2018, 50 vagas semestrais para o ingresso de estudantes na Licenciatura. Após a conclusão, o discente que tivesse interesse poderia solicitar a obtenção do título de Bacharel, cursando algumas disciplinas específicas da modalidade.

No entanto, em meados de 2015, surgiram diversas discussões na referida Universidade acerca da reformulação nacional dos cursos de Licenciatura, para que fossem atendidas a Resolução Nº 2, de 1º de julho de 2015 do MEC¹⁴. Devido a questões jurídicas, a Universidade compreendeu que, de acordo com a Lei, o curso de Bacharelado deveria ofertar

¹⁴ Informação disponível no portal do MEC <<http://portal.mec.gov.br/docman/agosto-2017-pdf/70431-res-cne-cp-002-03072015-pdf/file>> Acesso em 15 de jul. de 2020.

vagas para ingresso por meio de processo seletivo independente da Licenciatura, e não somente a obtenção de novo título. Isso culminou na separação dos cursos.

Assim, em julho de 2018, houve a reformulação da matriz curricular dos dois cursos e o curso de Química foi separado em duas modalidades, Licenciatura e Bacharelado. Desta forma, passaram a ser ofertadas 60 vagas semestrais, sendo que 30 delas são destinadas para a Licenciatura e 30 para o Bacharelado. Com a reformulação da matriz, um novo Projeto Pedagógico de Curso (PPC) foi proposto para ser iniciado em 2018, nas duas modalidades.

4.1.2 A componente curricular Química Geral Experimental da UFLA

O componente curricular Química Geral Experimental está presente na maioria dos cursos de graduação em Química. Ela tem como principal objetivo que os estudantes conheçam e compreendam as mais diversas técnicas de laboratório e regras de segurança; metodologias experimentais, tais como pesagem, filtração, preparo de soluções, quantificações e manuseio de vidrarias e equipamentos de laboratório, as quais são abordadas por meio de experimentos envolvendo conteúdos como densidade, solubilidade, cinética, reações de neutralização, precipitação, oxirredução, termoquímica, dentre outros. Na UFLA, para o curso de Química, ela é caracterizada pela sigla GQI 166.

O atual PPC do curso de Química Licenciatura, reelaborado em 2018, define que, além do conhecimento sólido e abrangente na área de atuação e do domínio das técnicas básicas de utilização de laboratórios, o profissional formado assumirá, conscientemente, a tarefa educativa, cumprindo o papel social de preparar os estudantes para o exercício consciente da cidadania. Desta forma, o curso visa que, além da formação profissional, o estudante atue de maneira crítica e reflexiva perante as suas tomadas de decisões e, também, diante da sociedade.

Sendo assim, para que pudessem contemplar a nova ementa, os professores do departamento, responsáveis por ministrar essa componente curricular, consideraram a possibilidade de reformular os roteiros experimentais da disciplina, a fim de que eles atendessem aos interesses do curso.

Dessa maneira, com o intuito de contribuir para o desenvolvimento de atividades de caráter mais investigativo, um grupo de estudos¹⁵, coordenado pela docente orientadora desta

¹⁵ Que tem, entre outros objetivos, desenvolver atividades e ações baseadas na abordagem do Ensino por Investigação, no Ensino Médio e no Ensino Superior.

pesquisa, o qual a Estudante de Pós-Graduação (EPG) faz parte, propôs elaborar roteiros e aulas para investigar as contribuições das aulas experimentais desenvolvidas na perspectiva da abordagem de Ensino por Investigação na disciplina de Química Geral, em parceria com as Professoras Responsáveis pela regência da Disciplina (PRD)¹⁶ GQI 166, para estudantes dos cursos de Licenciatura e Bacharelado

Sendo assim, em 2018, a EPG, à época estudante de licenciatura, analisou a apostila que era comumente utilizada pelas professoras durante as aulas, de forma avaliar as características investigativas das atividades que eram desenvolvidas com os estudantes. Para a análise, ela teve como base os elementos pedagógicos propostos por Silva (2011). Esta análise resultou em seu trabalho de monografia, que demonstrou que as atividades práticas proporcionavam aos estudantes pouca autonomia no processo de construção do conhecimento. Esses roteiros propostos eram tipo “receita de bolo”, onde os estudantes tinham um passo a passo a ser seguido, não proporcionado a eles a elaboração de hipóteses, análise de dados e inferências ou ainda relacionando os conceitos estudados com situações cotidianas. Diante desses resultados, viu-se a necessidade de reelaborar esses roteiros, visando a participação ativa dos estudantes durante as aulas, culminando nesta pesquisa de mestrado.

Os resultados apresentados no Quadro 4 para as análises de um roteiro experimental são oriundos do trabalho de conclusão de curso da EPG e de um trabalho publicado em anais de congresso (Silva et al., 2019). O Quadro 4 mostra a análise do experimento proposto, na apostila, para a aula de Preparação de Soluções e Diluição (Anexo 1).

Quadro 4: Nível de Investigação do proposto na apostila

Elementos Pedagógicos	Nível de Investigação roteiro usado por PRD
Pré-Laboratório	C1
Questão Problema	C1
Questões Durante a Aula	C1
Atividade Pós-laboratório	C1
Papel do Experimento	C2
Atividade Prática	C2

Fonte: Silva et al. (2019, p.05)

Por meio do Quadro 4, verifica-se que o roteiro da aula apresenta, em sua maioria, classificação C1, ou seja, não apresenta característica investigativa (vide Quadro 8, p. 58).

¹⁶ Serão denominadas PRD 1, a professora responsável por ministrar a disciplina aos estudantes do curso de Licenciatura e PRD 2 aos estudantes de Bacharelado e para a turma mista.

Percebe-se, por exemplo, a ausência dos elementos essenciais para que uma aula seja investigativa, o que pode ocasionar pouca autonomia aos estudantes. Dessa forma, por meio dos resultados da análise do experimento da apostila, evidenciou-se a importância de se reelaborar as atividades, para que elas pudessem apresentar características investigativas, como uma problematização inicial e o levantamento das ideias prévias dos estudantes, possibilitando a eles, a sua participação na resolução de um problema e/ou na proposição de hipóteses.

Por meio dos roteiros elaborados, EPG, PRD e da professora orientadora (PO) propuseram ações que pudessem contribuir para o desenvolvimento dos conceitos químicos, mas, também, de diversas habilidades pelos estudantes, como análise e identificação de variáveis, elaboração de hipóteses e interpretação de gráficos e tabelas.

Durante o período de março a junho de 2019, foram elaborados dois roteiros experimentais, os quais abordavam o desenvolvimento dos conceitos de Preparação de Soluções e Diluição e Cinética Química.

4.1.3 Público-alvo

Para a escolha do público-alvo, foi necessário utilizar de alguns critérios a fim de poder alcançar os objetivos traçados.

Como a disciplina Química Geral Experimental é uma das primeiras do curso, faz-se necessário que essa disciplina promova ações que contribuam para o aprendizado do estudante, para a compreensão dos conceitos abordados relacionados à tecnologia, sociedade e ambiente e, ainda, para a motivação quanto a continuidade na formação acadêmica em Química, evitando a desistência ou mudança de curso.

Conforme mencionado na subseção anterior, o curso de Química oferece 60 vagas semestralmente. Dessa forma, no primeiro semestre letivo, após o ingresso, o estudante deve cursar sete disciplinas, dentre elas, a disciplina de Química Geral Experimental (GQI- 166). No entanto, as práticas de laboratório não devem exceder 25 alunos por turma.

Semestralmente, são criadas três turmas para esta disciplina: uma turma para os estudantes da Licenciatura, uma para os alunos do Bacharelado e uma mista. Dessa forma, ao se reunir com as professoras responsáveis por ministrar as aulas, foi considerado importante que a pesquisa fosse realizada nas três turmas, no entanto, um diferente conceito foi abordado em cada uma delas.

É importante salientar que EPG, além de elaborar, também ministrou algumas dessas aulas, a fim de evitar algumas interferências nos resultados a serem obtidos, como a participação ou não dos estudantes durante a aula, visto que as professoras apresentavam pouca experiência e fundamentação teórica que dessem aporte para desenvolver atividades na perspectiva do Ensino por Investigação.

O Quadro 5 descreve quais conceitos foram desenvolvidos, em quais turmas e quem ministrou a aula.

Quadro 5 - Organização das atividades realizadas

Conceito desenvolvido	Turma	Ministrada por
Preparação de Soluções e Diluição	Licenciatura	EPG interferências de PRD 1
Cinética Química	Bacharelado	EPG interferências de PRD 2

Fonte: Elaborado pela autora

4.1.4 As aulas ministradas

De acordo com a ementa do curso, a carga horária da disciplina GQI - 166 deve contemplar 68 horas no total, desenvolvidas em 4 horas/aulas semanais. Cada aula tem duração de 50 minutos, contemplando, então, duração de 200 minutos. É importante ressaltar que a organização do conhecimento está relacionada aos três momentos pedagógicos, propostos por Delizoicov e Angotti (1991), que são a problematização inicial, a organização do conhecimento e a aplicação do conhecimento

A seguir, apresenta-se uma breve descrição de cada uma das aulas ministradas.

A) A aula de Preparação de Soluções e Diluição

Espera-se que um roteiro experimental dê suporte ao professor para o desenvolvimento de conceitos relacionados ao Preparo de Soluções e de Diluição, de forma a destacar, para os estudantes, que a compreensão deste conceito é de suma importância, visto que todos os dias, em seu cotidiano, preparam as mais diversas soluções. Desta forma, é essencial que os estudantes reconheçam que uma solução pode ser preparada a partir de soluto sólido ou da diluição de uma solução concentrada em estoque, e que os estudantes sejam capazes de reconhecer a importância do preparo “correto” de uma solução, com medidas precisas para o preparo de uma solução com determinada concentração.

Assim, para contemplar os objetivos desta aula, foi solicitado aos estudantes como atividade prévia, que fotografassem e levassem para a aula, rótulos de embalagens que considerassem uma solução.

Sendo assim, em um primeiro momento da aula - vide roteiro experimental elaborado (Apêndice A) - foram propostas questões que relacionavam as fotografias enviadas pelos estudantes com o conceito de soluções. Em seguida, foi apresentada uma questão problema pela EPG. Essa questão problema deveria ser respondida por escrito em um material que foi entregue aos estudantes (Apêndice B) e, em seguida, ela foi discutida com toda a turma.

Após essas discussões, a EPG realizou um aprofundamento teórico a respeito dos conceitos conhecidos para que os estudantes pudessem realizar a atividade proposta. Posteriormente, foram discutidos com os estudantes os processos metodológicos envolvidos no experimento a ser realizado por eles e, neste momento, a PRD 1 retomou alguns outros conceitos necessários para o entendimento do experimento com os estudantes, bem como apresentou na lousa, os cálculos necessários para a realização do experimento. Em seguida, os estudantes começaram a realizar o experimento. No material entregue a eles, foram propostas diversas questões para responderem por escrito durante as etapas da atividade prática. Ao finalizar o experimento e os estudantes terem respondido todas as questões propostas, foi realizada uma discussão sobre os resultados obtidos.

B) A aula de Cinética Química

Ao elaborar um roteiro experimental para desenvolver os conceitos relacionados a Cinética Química, é necessário que ele contribua para que os estudantes possam reconhecer como e quais os fatores que influenciam na velocidade das reações. Ainda, que os estudantes possam identificar no cotidiano, as mais diversas reações que acontecem e os fatores que influenciam na sua rapidez.

Dessa forma, no roteiro experimental elaborado (Apêndice C) foi proposto para iniciar a aula com algumas questões para serem discutidas com os estudantes. Posteriormente, foi realizada uma contextualização acerca da síntese da amônia, a qual estava relacionada à questão problema. No material desenvolvido para os alunos (Apêndice D), os estudantes deveriam responder por escrito a questão problema. Posteriormente, foi realizada uma discussão dessa questão e, em seguida, realizou-se um aprofundamento teórico a respeito dos conceitos conhecidos para que os estudantes pudessem realizar a atividade proposta.

Após a contextualização, foi explicado aos estudantes os procedimentos metodológicos e, em seguida, iniciou-se a realização do experimento. Para sistematizar a aula, a PRD 2, realizou explicações dos conceitos da aula, das etapas do experimento e a retomada da questão problema inicial. Após as explicações conceituais apresentadas por PRD2, EPG apresentou questões onde os estudantes puderam discutir os resultados obtidos. No material entregue aos estudantes, foram propostas questões prévias, questões durante a aula e questões pós experimento. Após a realização do experimento e os estudantes terem respondido as questões propostas, foi realizada uma discussão sobre os resultados obtidos.

4.1.5 Coleta dos dados

A fim de responder à questão de pesquisa, bem como alcançar os objetivos propostos, a coleta de dados ocorreu em duas etapas, contemplando os dados escritos obtidos por meio dos materiais respondidos pelos estudantes, bem como, as gravações das aulas.

Os dados escritos foram coletados por meio do material proposto aos alunos. Dessa maneira, durante as aulas, os alunos deveriam ir respondendo por escrito às questões que foram propostas nos roteiros experimentais.

Para a aula de Preparação de Soluções e Diluição, os estudantes deveriam responder por escrito: uma questão problema, dez questões referentes ao preparo de solução a partir de um ácido concentrado, sete questões referente ao preparo de soluções a partir de uma base e uma questão pós laboratório. Dessas questões, cinco não foram analisadas, devido ao fato de serem questões que os estudantes deveriam apenas completar tabelas, por meio dos cálculos e aferições realizadas.

Essas questões foram respondidas por 16 alunos, presentes no dia da aula, divididos em cinco grupos, denominados G1, G2, G3, G4 e G5.

Já nas aulas que desenvolveram o conceito de Cinética Química, foram propostas para os estudantes responderem por escrito: seis questões iniciais para o levantamento das ideias prévias, uma questão problema, duas questões durante o experimento, quatro questões pós e a retomada da questão problema inicial. Dessas questões, apenas uma não foi analisada, por representar um cálculo de concentração.

Essas questões foram respondidas por nove alunos, que estavam presentes no dia, divididos em dois grupos, denominados G6 e G7.

As gravações das aulas ministradas foram realizadas pela própria pesquisadora, com o auxílio de uma câmera, posicionada em uma das laterais do laboratório.

Após as gravações, as transcrições literais de falas dos estudantes e de PRD e EPR, durante a aula, também foram realizadas pela pesquisadora, o que pode contribuir para uma melhor compreensão sobre os fatos ocorridos durante a sua ministração, ou seja, se o que foi planejado, foi executado, e quais implicações essas relações trouxeram quanto ao nível de investigação e habilidades cognitivas obtidos. É importante destacar ainda que, uma aula pode ser planejada de maneira investigativa, mas durante sua ministração, se não for dada oportunidade para os estudantes participarem, os objetivos propostos podem não ser alcançados.

As transcrições realizadas foram baseadas nas normas de transcrição propostas por Petri (1999). É importante destacar que, nesta pesquisa, apenas alguns dos sinais propostos pelo autor foram utilizados, conforme evidenciado a seguir:

- ✓ () para hipótese do que se ouviu;
- ✓ (...) para marcar qualquer tipo de pausa;
- ✓ [...] para indicar que o diálogo foi interrompido, iniciando em um novo momento.
- ✓ Letras maiúsculas para evidenciar entonação enfática;
- ✓ Termos inadequados, foram transcritos para a norma culta.

As transcrições foram separadas de acordo com os episódios de ensino mencionados por Carvalho, (2007), que estão relacionados aos elementos pedagógicos propostos por Silva (2011). O Quadro 6 descreve cada uma dessas etapas das aulas ministradas, para o desenvolvimento do conceito de Preparação de Soluções e Diluição e Cinética Química.

Quadro 6 - Episódios das aulas

Momento	Descrição
1º	Retomada dos conceitos vistos na aula anterior: momento em que o professor retoma os conceitos estudados nas aulas anteriores
2º	Questionamentos iniciais: momento no qual são realizadas o levantamento das ideias prévias dos estudantes sobre o conteúdo a ser estudado.
3º	Questão Problema: momento no qual é apresentado aos estudantes a problemática a ser desenvolvida durante a aula. Nesse momento, os estudantes apresentam suas hipóteses para resolver o problema apresentado.
4º	Aspectos teóricos: realização da explicação conceitual dos conteúdos já estudados, em que os estudantes deveriam conhecer para que pudessem realizar a atividade prática.
5º	Realização da prática: momento em que os estudantes realizam a prática.
6º	Sistematização do conhecimento: retomada da questão problema e, nesse momento, realiza-se uma síntese dos conceitos vistos, relacionando-os em outras situações.

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

É importante destacar que a separação em momentos não implica em ruptura dos dados, mas sim, uma alternativa que a pesquisadora adotou para auxiliá-la na interpretação dos resultados de acordo com o contexto da aula. Considerando o 4º momento da aula, acredita-se que ao discutir aspectos teóricos antes da realização da atividade, pode ter descaracterizado a atividade investigativa. Ainda é importante mencionar que, nas análises, as transcrições serão apresentadas de acordo com o tempo decorrido da aula, seguida da fala dos interlocutores, o momento na qual o discurso se encontra e sua referida análise, conforme indicado na Quadro 7. Um outro fator que deve ser considerado é o fato de as aulas terem sido ministradas em seguida, proporcionando assim, que não houvesse ruptura nos momentos.

Quadro 7 - Ordem das transcrições

Tempo	Discurso	Episódio da aula	Nível de Investigação (N.I.)
--------------	-----------------	-------------------------	-------------------------------------

4.2 Metodologia de Análise

A fim de responder nosso problema de pesquisa, bem como alcançar os objetivos traçados, os dados obtidos serão analisados a partir dos critérios apresentados a seguir.

O Roteiro Experimental (RE) elaborado pela pesquisadora, bem como as aulas ministradas, serão analisados de acordo com os Níveis de Investigação propostos por Silva (2011), reelaborados por Suart (2016), apresentados no Quadro 8.

Quadro 8 - Níveis investigativos adaptados de Silva (2011) para análise dos roteiros experimentais, onde C, significa categoria

Elementos	C1	C2	C3	C4
	Não apresenta características investigativas	Tangencia características investigativas	Apresenta algumas características investigativas	Atividade investigativa
Pré-Laboratório	Direcionado à apresentação de conceitos e a aspectos operacionais: apresentação da vidraria e do que ocorrerá no laboratório, não há pesquisa.	Discussão das questões apresentadas na problematização.	Baseado em pesquisa dos alunos sobre os conceitos a serem explorados no laboratório.	Levantamento de hipóteses, proposição de procedimentos pelos alunos, com base em pesquisas e no próprio conhecimento.
Questão problema/	Não apresenta.	Retoma ou remete à questão ou	Apresenta novas questões para	Um problema bem delineado, cujas

Continua

Problematização		problematização inicial.	serem investigadas e estão relacionadas ao tema.	respostas poderão ser alcançadas por meio da realização de uma atividade, busca de informações e discussão.
Elaboração de hipóteses	Não há.	Elaborada pelo aluno para uma situação específica que não é explorada.	Elaborada pelo aluno para uma situação específica que será explorada.	Elaborada pelo aluno a partir da problematização.
Questões durante a aula	Não exploram conceitualmente os dados obtidos na atividade e nas aulas.	Exploram parcialmente os dados obtidos, sem solicitação de conclusões.	Exploram os dados obtidos, com solicitação de conclusões.	Exploram os dados obtidos, com solicitação de conclusões e aplicação a novas situações.
Atividade pós-laboratório	Não discute a atividade e pouco contextualiza com os conceitos apresentados no objetivo.	Discute as etapas, pede elaboração de tabelas ou figuras, propõe alguns exercícios.	Discussão das etapas, elaboração de tabelas ou figuras, comparação das concepções iniciais com os dados obtidos e elaboração de explicações a partir das comparações feitas.	Aluno expõe suas ideias, confronta com os colegas, compara, estabelece relações, observa os processos de controle das variáveis.
Papel do Experimento	Verificação ou ilustração de conceitos.	Com características de verificação, porém com uma exploração conceitual inicial.	Características de atividade experimental investigativa ainda não bem explorada pelo professor, seja pelo excesso de conceitos apontados nos objetivos, seja por não delimitar as questões exploradas.	Explora a atividade experimental de forma investigativa.
Atividade Prática	Atividade por demonstração, onde o aluno observa o que o professor apresenta, sem	Por demonstração pelo professor ou por realização dos alunos, a partir de um procedimento dado.	Realizado pelo professor ou pelos alunos, a partir de um procedimento inicial, completado pelo	Realizado pelos alunos, a partir de um roteiro previamente acordado, onde os dados são obtidos e

	ocorrer interações.		aluno.	analisados pelos estudantes.
--	---------------------	--	--------	------------------------------

Termina

Fonte: Suart (2016)

É importante destacar que excertos dos roteiros serão demonstrados para evidenciar e validar a análise.

As questões propostas no RE, bem como nas aulas ministradas, foram classificadas, também, de acordo com os Níveis de Cognição propostos por Suart e Marcondes (2009), que estão apresentados no Quadro 9.

Quadro 9 - Nível de cognição das questões propostas para os alunos

Nível	Descrição
P1	Requer que o estudante somente recorde uma informação partindo dos dados obtidos.
P2	Requer que o estudante desenvolva atividades como sequenciar, comparar, contrastar, aplicar leis e conceitos para a resolução do problema.
P3	Requer que o estudante utilize os dados obtidos para propor hipóteses, fazer inferências, avaliar condições e generalizar.

Fonte: Suart; Marcondes (2009, p. 58)

Já as respostas escritas dos estudantes, que também compõe esta pesquisa, foram categorizadas de acordo com os Níveis de Cognição propostos por Suart e Marcondes (2009). O Quadro 10 descreve cada um destes níveis.

Quadro 10: Nível de cognição das respostas escritas pelos alunos

Nível	Categoria de resposta ALG
N1	Não reconhece a situação problema. Limita-se a expor um dado lembrado. Retêm-se a aplicação de fórmulas ou conceitos.
	Categoria de resposta LOCS
N2	Reconhece a situação problemática e identifica o que deve ser buscado. Não identifica variáveis. Não estabelece processos de controle para a seleção das informações. Não justifica as respostas de acordo com os conceitos exigidos.
N3	Explica a resolução do problema utilizando conceitos já conhecidos ou lembrados (resoluções não fundamentadas, por tentativa) e quando necessário representa o problema com fórmulas ou equações. Identifica e estabelece processos de controle para a seleção das informações Identifica as variáveis, podendo não compreender seus significados conceituais.
	Categoria de resposta HOCS
N4	Seleciona as informações relevantes. Analisa ou avalia as variáveis ou relações causais entre os elementos do problema. Sugere as possíveis soluções do problema ou relações causais entre os elementos do problema. Exibe capacidade de elaboração de hipóteses.
N5	Aborda ou generaliza o problema em outros contextos ou condições iniciais.

Fonte: Suart; Marcondes (2009, p. 58)

Para ilustrar as respostas dos estudantes para as questões propostas quanto ao Nível de Cognição, serão demonstrados excertos das respostas dos estudantes no decorrer deste trabalho. Os roteiros experimentais que contém as respostas dos alunos foram enumerados de G1 a G7, de acordo com cada grupo formado, sendo que essa identificação permaneceu a mesma para todos os roteiros.

Vale lembrar que, ao analisar as aulas ministradas e os roteiros propostos de acordo com seu nível de investigação, esses materiais e seu contexto da aula poderão nos mostrar se as aulas planejadas e ministradas se aproximaram de uma abordagem investigativas. Ainda, ao analisar as perguntas e respostas de acordo com os níveis de cognição, será possível identificar se a aula contribuiu para os estudantes manifestem maiores habilidades de pensamento.

4.2.1. Validação das análises

Após realização das atividades propostas, os dados coletados foram submetidos a uma análise criteriosa, pelo grupo de estudos na qual a pesquisadora faz parte.

Nesse momento de validação, participaram das análises quatro estudantes de pós-graduação e uma professora orientadora. Todas as participantes analisaram os dados de maneira individual, de acordo com o referencial descrito anteriormente. Depois, esses dados foram computados e, posteriormente, foi realizada uma reunião para a discussão das categorias encontradas.

Dessa maneira, prevaleceram as classificações tiveram 75% a 100% de concordância, sendo assim, os dados validados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, serão expostas uma descrição acerca dos dados coletados, bem como a análise e a discussão dos resultados obtidos. Esta apresentação será conduzida por meio de sete subseções:

1^a.: Análise do roteiro experimental de acordo com os Níveis de Investigação apresentados no roteiro da prática de preparação de soluções e diluição;

2^a.: Análise da aula de acordo com os Níveis de Investigação da prática de preparação de soluções e diluição;

3^a.: Classificação das perguntas propostas no roteiro experimental e das respostas escritas pelos estudantes de acordo com o seu Nível de Cognição da prática de preparação de soluções e diluição;

4^a.: Análise do roteiro experimental de acordo com os Níveis de Investigação apresentados no roteiro da prática de Cinética Química;

5^a.: Análise da aula de acordo com os Níveis de Investigação da prática de Cinética Química;

6^a.: Classificação das perguntas propostas no roteiro experimental e das respostas escritas pelos estudantes de acordo com o seu Nível de Cognição da prática de Cinética Química;

7^a.: Relações entre os Níveis de Investigação dos roteiros experimentais e das aulas ministradas com os níveis de cognição das respostas escritas pelos estudantes.

5.1 Análise do roteiro experimental de acordo com os Níveis de Investigação apresentados no roteiro da prática de preparação de soluções e diluição

De acordo com o CBC-MG¹⁷ (2008), ao desenvolver conceitos, sejam eles relacionados a Química ou qualquer outra área do conhecimento, é importante que o professor compreenda e saiba relacionar como são estabelecidos o envolvimento de um tripé, onde estão expressos os três eixos constitutivos fundamentais que são: “as transformações químicas, os materiais e suas propriedades e os modelos explicativos” (BRASIL, 2002).

Dessa forma, os conceitos relacionados a Soluções, favorece a discussão de diversos conteúdos, tais como: unidades de concentrações expressas em rótulos, cálculo de

¹⁷ SECR. EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS. **Currículo Básico Comum do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Secr. Educação Minas Gerais. 2008. Disponível em: <http://www.educacao.mg.gov.br>. Acesso em 10. ago. 2020.

concentração em gL^{-1} , molL^{-1} , porcentagem, solubilidade, preparo de soluções, diluição de soluções, mistura de soluções.

Neste sentido, o roteiro experimental (Apêndice A) proposto teve por objetivo que os estudantes reconhecessem que soluções podem ser preparadas a partir de uma base ou da diluição de uma solução concentrada, além de relacionar a aula com situações presentes no cotidiano dos alunos.

O Quadro 11 mostra a análise dos Níveis de Investigação apresentados do roteiro experimental proposto pela pesquisadora.

Quadro 11- Níveis de investigação do roteiro elaborado pela pesquisadora – Aula de Preparação de Soluções e Diluição

Elementos Pedagógicos	Nível de Investigação do Roteiro Elaborado
Pré-Laboratório	C3
Questão Problema	C3
Elaboração de Hipótese	C3
Questões Durante a Aula	C3
Atividade Pós-laboratório	C3
Papel do Experimento	C3
Atividade Prática	C3

Fonte: Elaborado pela autora

Ao analisar o Quadro 11, percebe-se que a maioria dos elementos pedagógicos tiveram classificação C3, ou seja, o roteiro apresenta algumas características investigativas.

No roteiro de aulas, são apresentadas questões iniciais para instigar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos conceitos que seriam explorados durante a atividade, dessa forma, o elemento *pré-laboratório* foi classificado no Nível de Investigação C3. A seguir, é apresentada algumas das questões propostas.

“O que é uma solução?”

Qual a importância de aprender a preparar corretamente uma solução, pensando no exercício profissional de um Químico?”

Analisando as questões propostas, percebe-se que o roteiro proposto pela EPG, pode possibilitar o professor a instigar os conhecimentos prévios dos alunos.

A *questão problema* também foi classificada no nível de investigação C3, por se tratar de um problema a ser investigado e relacionado ao conteúdo da aula. Por meio da questão, os estudantes deveriam evidenciar os riscos da automedicação, além da preparação incorreta do medicamento. A seguir é apresentada a questão proposta.

“Clarisse, após participar de uma confraternização na empresa em que trabalha, apresentou sintomas de azia. Incomodada com a sensação de “queimação”, decidiu tomar leite de magnésia. Ela pegou o frasco do armário, abriu, mediu 3 colheres de sopa do produto, diluiu em um copo de água e tomou. Após determinado tempo, Clarisse sentiu fortes dores abdominais e apresentou sintomas de diarreia. Sabe-se que o leite de magnésia é um medicamento indicado, tanto como antiácido - para alívio da azia, má digestão e excesso de acidez no estômago - quanto como laxante, para prisão de ventre. Tendo esta informação, e considerando os sintomas que Clarisse apresentou após ingestão do medicamento, o que pode ter acontecido?”

Por meio do trecho exposto anteriormente, esperava-se que os estudantes relacionassem o problema proposto com os riscos da automedicação, além de relatarem sobre a importância de prepararem corretamente o medicamento, seguindo as orientações vindas na bula. Dessa forma, é importante que, ao planejar uma questão problema, os professores saibam que a resolução de tal questão não é apenas para que o aluno compreenda o conceito, mas, também, para o desenvolvimento de competências essenciais para o exercício da cidadania como a argumentação, a elaboração de hipótese e tomada de decisões (ROCHA; VASCONCELOS, 2016).

O elemento pedagógico *questões durante a aula* foi classificado no Nível de Investigação C3, por solicitar conclusões dos estudantes por meio dos dados obtidos. O trecho a seguir demonstra o exemplo de uma questão proposta.

*“Anoto o que foi observado quando se adicionou o ácido em 40 mL de água. Segundo as instruções, a solução preparada de HCl deverá ter concentração de 1,0 mol L⁻¹, todavia, você espera que a solução preparada apresente essa concentração? Justifique.
Como vocês poderiam verificar a concentração da solução preparada?”*

Ao retornar à Quadro 11, verifica-se que a *atividade pós laboratório* foi classificada no Nível de Investigação C3, pois são propostas discussões das etapas do experimento, mas ainda há oportunidade para que os estudantes relacionem os dados obtidos com outras situações, e ainda solicita explicações a partir das comparações realizadas. Dessa forma, a

atividade pós laboratório tem características de uma atividade investigativa. O que foi proposto no roteiro, está descrito a seguir:

“Com base nos experimentos e nas questões realizadas nessa aula, indique quais cuidados devem ser tomados ao preparar uma solução. Justifique.

Como padronizar as soluções preparadas na aula de hoje?”

Por meio das questões propostas, esperava-se que os estudantes, relatassem que ao preparar uma solução, eles deveriam se atentar a calibração das vidrarias utilizadas, aos erros presentes dos equipamentos, a pureza dos reagentes, bem como os cuidados na sua manipulação. Para a segunda questão proposta, esperava-se que os estudantes respondessem que para padronizar a solução, deveriam realizar a titulação da solução.

Sabe-se que realizar a sistematização dos conhecimentos é necessária para que os estudantes tenham a oportunidade de propor suas próprias conclusões para o problema proposto e ainda sejam capazes de explorar, interpretar e aplicar os conceitos em outros contextos, relacionando-os em aulas posteriores (SUART, 2016; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2007).

Os Elementos Pedagógicos *papel do experimento e atividade prática* foram classificados no nível de investigação C3. Por meio do roteiro, percebe-se que é proposta uma sistematização da aula, onde os estudantes têm a oportunidade de comparar suas concepções iniciais com os dados obtidos. Dessa forma, o roteiro é caracterizado como uma atividade investigativa, pois, por meio do roteiro experimental, os alunos podem obter e analisar os dados, bem como realizar inferências para obter conclusões.

De acordo com Suart (2016), ao elaborar uma atividade de natureza investigativa, é importante que os alunos tenham espaço para participar da investigação, para que não haja somente a memorização ou o desenvolvimento de conceitos, mas, faz-se necessário que os estudantes desenvolvam “habilidades, tais como: elaboração de hipóteses, argumentação, pensamento avaliativo e crítico” (SUART, 2016 p. 150). Dessa forma, o roteiro proposto, não é tipo uma “receita de bolo”, por meio dessa atividade, os estudantes terão a oportunidade de construir seus próprios conhecimentos, elaborar suas hipóteses, argumentar, aplicar os conceitos em outras situações cotidianas, obtendo assim, uma aprendizagem mais significativa.

5.2 Análise da aula de acordo com os Níveis de Investigação da prática de preparação de soluções e diluição

Na seção anterior, foram analisados os Níveis de Investigação dos elementos pedagógicos presentes no roteiro experimental proposto pela EPG. No entanto, não basta que a aula seja planejada com caráter investigativo, mas, ao ministrá-la, o professor deve dar autonomia para os estudantes participarem de todas as etapas da investigação e instigá-los a pensarem a respeito do conceito estudado, para que possam associar os conhecimentos desenvolvidos com as situações cotidianas e que ainda sejam capazes de elaborar conclusões para os problemas propostos.

Para analisar o Nível de Investigação dos elementos pedagógicos apresentados na aula, ela foi gravada em áudio e vídeo. Posteriormente, foi transcrita literalmente, sem o uso de software.

A seguir estão apresentadas, por meio de quadros, a divisão dos episódios da aula, bem como o tempo de cada um desses episódios, e sua classificação de acordo com o Nível de Investigação.

Por meio das transcrições, percebe-se que, nos minutos iniciais da aula, a professora responsável pela disciplina retoma as atividades realizadas na aula ministrada anteriormente, que se referia a Calibração de Equipamentos e Vidrarias. Sabe-se que é de extrema importância a retomada das ideias já trabalhadas, pois é neste momento que o professor tem a oportunidade de iniciar a investigação para que haja uma organização das ideias dos estudantes e, também, um reconhecimento sobre os conceitos que serão abordados (SASSERON; MACHADO, 2017).

O Quadro 12, apresenta o primeiro episódio da aula.

Quadro 12: Primeiro episódio da aula - Aula de Preparação de Soluções e Diluição

Tempo	Discurso	Episódio da aula	N.I.
0:00 - 0:33	<p>PRD 1: “Eu sei o erro dessa balança? Ela foi calibrada?”</p> <p>PRD 1: Esses equipamentos que a gente utiliza, a balança por exemplo, de tempo em tempo um técnico vem aqui na UFLA e calibra todas as balanças.</p> <p>PRD 1: Então, a gente tem que ter esse tipo de preocupação.</p> <p>PRD 1: Bom, meu material tá tudo arrumado.</p> <p>PRD 1: Aí eu pego esse reagente.</p> <p>PRD 1: Nossa! Esse reagente está vencido, não posso utilizá-lo. Ou pelo menos se eu quiser usar esse reagente vencido, eu tenho que saber pelo menos qual pureza dele?</p> <p>PRD 1: É aquilo que está escrito no frasco ou não?”</p>	Retomada dos conceitos vistos na aula anterior	C1

Fonte: Elaborado pela autora

Por meio desse trecho, é perceptível que PRD1 realiza questionamentos, mas não dá abertura para que os estudantes respondam os questionamentos propostos, ficando evidente que os estudantes apenas recebem informações, ou seja, não há oportunidade para eles indagarem, exporem suas ideias ou suas conclusões a respeito dos conceitos estudados.

Neste sentido, é importante que, ao iniciar sua aula, o professor retome os conceitos desenvolvidos anteriormente para que haja uma relação dos conteúdos estudados com os novos conceitos e, ainda, dê a oportunidade para os estudantes expressarem suas opiniões, dúvidas e aplicações desses conceitos em situações distintas daquelas vistas em sala de aula.

Ainda no primeiro episódio, a PRD1 realiza uma breve explicação a respeito da prática que será realizada, conforme é demonstrado no Quadro 13.

Quadro 13 - Continuação primeiro episódio da aula - Aula de Preparação de Soluções e Diluição

Tempo	Discurso	Episódio da aula	N.I.
12:10 - 14:42	<p>PRD 1: Hoje o experimento vai ser preparação de solução e de diluição. Então vamos preparar uma solução. Nessa preparação de solução, eu vou ter fonte de erros aí? Sim ou não? Vou né?</p> <p>PRD 1: Pode ser o balão volumétrico que estou utilizando, pode ser, o erro ao fazer a medida de volume, pode ser o erro ao fazer, a calibração, a aferição do menisco, pode ser um erro dos nossos reagentes que não está muito bem, a pureza dele não está adequada. Tá! Eh! Na hora de medir o volume, às vezes eu vou medir um volume muito pequeno então eu tenho um erro muito grande.</p> <p>PRD 1: Então eu vou preparar uma solução para diminuir o erro, eu posso preparar 50 vezes a mesma solução isso vai adiantar? Nesse caso eu preciso preparar uma solução...preparei acho que vai dar errado. Preparei outra, outra, outra eu posso fazer isso?</p> <p>Hein?! É de bom senso fazer isso?</p> <p>PRD 1: Eu preciso de um litro de solução, para diminuir o erro no preparo dessa solução eu tenho que prepará-la cinco vezes? Hein gente?! É coerente fazer isso? Não, não é. Então, só vou preparar uma vez só.</p> <p>Como posso saber se a solução está certa está errada?"</p> <p>AL: Verificar se as vidrarias estão calibradas ou não?"</p> <p>PRD 1: Isso! Um modo é eu ver toda a vidraria, se todo equipamento está bonitinho, o outro vou analisar minha solução, depois que eu preparei, posso analisar pela densidade dela, como por exemplo mistura, analisar etanol e água, eu posso ver a densidade deles. Então vou preparar solução uma vez só, eu vou utilizar toda vidraria, aferida, calibrada e a outra coisa que eu vou fazer depois que eu preparei minha solução, eu vou analisar e ver a concentração se está certa ou se está errada.</p> <p>PRD 1: Então a gente vai fazer a preparação da solução. Aí a EPG vai conduzir as aulas, né? Eu vou estar aqui e a gente vai tirando as dúvidas de vocês.</p>	Retomada dos conceitos vistos na aula anterior	C1

Fonte: Elaborado pela autora

Por meio do trecho descrito no Quadro 13, mais uma vez é evidenciado que, embora a PRD1 use de indagações ao conduzir sua aula, ela não proporciona momentos para que os estudantes possam participar. De acordo com Nunes e Cunha (2009), em muitas das vezes, o professor desenvolve suas ações docentes da mesma maneira vivenciada durante sua formação, ou seja, não há uma reflexão acerca de sua prática docente. Dessa forma, o

primeiro episódio da aula é classificado no Nível de Investigação C1, pois, não há nenhuma investigação sendo realizada, mas somente uma transmissão de informações.

No segundo episódio da aula, ainda relacionado com o elemento pedagógico pré laboratório a estudante de pós-graduação (EPG) assume as discussões a respeito do que iria ser estudado na prática. É importante destacar que EPG havia solicitado aos estudantes que levassem para a aula, rótulos de produtos presentes em suas casas que caracterizassem uma solução.

É perceptível, conforme evidenciado no Quadro 14, que há um diálogo entre EPG e os alunos. Dessa forma, este episódio pode ser classificado como C3, visto que são apresentadas características de uma atividade investigativa, pois ela faz indagações aos alunos sobre os conceitos que serão abordados durante a prática. A seguir é descrito um trecho desse diálogo, justificando tal classificação.

Quadro 14 - Segundo episódio da aula - Aula de Preparação de Soluções e Diluição

Tempo	Discurso	Episódio da aula	N.I.
17:25 à 22:32	<p>EPG: Eu deixei uma atividade para vocês no Campus Virtual, vocês viram?</p> <p>Era para vocês tirarem uma foto, ou trazer um rótulo, para a aula de hoje.</p> <p>Vocês trouxeram?</p> <p>O que vocês trouxeram?</p> <p>AL: Eu trouxe de cloro gel</p> <p>AL: Hipoclorito de sódio</p> <p>EPG: Por que você considera essa embalagem que você trouxe uma solução?</p> <p>AL: Porque é uma mistura</p> <p>EPG: Segundo grupo, o que vocês trouxeram?</p> <p>AL: Desinfetante.</p> <p>EPG: Qual? Deixa eu ver!</p> <p>AL: “UAU”EPG: Por que você considera esse produto solução?</p> <p>AL: São misturas</p> <p>EPG: Alguém mais?</p> <p>AL: O Álcool</p> <p>EPG: Que informação tem no álcool?</p> <p>AL: 46° INPM</p> <p>EPG: O que mais?</p> <p>AL: Detergente</p> <p>EPG: O que tem no detergente?</p> <p>AL: Ácido graxo</p> <p>EPG: Quem mais?</p> <p>AL: Cola branca!</p>	Questionamentos iniciais / Pré Laboratório	C3

Continua

22:42	<p>EPG: Hum, cola branca.</p> <p>AL: Mais alguém?</p> <p>AL: Água oxigenada, água sanitária, refrigerante</p> <p>EPG: Quais informações têm na água oxigenada? E refrigerante? Água sanitária? Que deve ser (...)</p> <p>EPG: O que é importante, e que é considerado uma solução? Alguém?</p> <p>EPG: Por que vocês consideraram (...) quando vocês foram pegar a foto e disse (...) aqui é uma solução (...) por quê?</p> <p>AL: Porque tem as concentrações</p> <p>AL: Porque tem as misturas.</p> <p>AL: O que são misturas homogêneas e tem mais que um composto?</p> <p>EPG: O colega falou na aula de semana passada, que pegou álcool 46° INPM, o que isso significa?</p> <p>AL: Massa/ massa</p> <p>EPG: Vocês viram na aula de semana passada, né? Tá, mas 46% massa/ massa, seria isso, certo? O que isso significa?</p> <p>AL: A massa de álcool para massa de água.</p> <p>EPG: A massa de álcool para massa de água. Muito bem. Eh (...)</p> <p>No dia a dia de vocês, vocês prepararam soluções? Quais as soluções que vocês preparam todos os dias?</p> <p>AL: Café?</p> <p>EPG: O que é mais?</p> <p>AL: Sopa, achocolatado</p> <p>EPG: O que mais vocês prepararam?</p>		
-------	---	--	--

Termina

Fonte: Elaborado pela autora

O diálogo acima, demonstra como a EPG desenvolve a investigação das ideias prévias dos alunos. Conhecer as ideias prévias dos estudantes é essencial para desenvolver a atividade experimental investigativa, visto que para a construção de um novo conhecimento deve partir do conhecimento prévio do sujeito. Dessa forma, para que se tenha uma aprendizagem significativa, é necessário que os conhecimentos sejam construídos e reconstruídos por meio de discussões e reflexões em sala de aula (MELLADO, 1998; MORAES, 1998).

Já no episódio questão problema, após conhecer as ideias prévias dos estudantes, a EPG propõe uma questão problema para investigação. Para isso, é feita sua leitura com toda a classe e, em seguida, solicitado que os alunos proponham uma solução para a questão por escrito, conforme evidenciado no Quadro 15.

Quadro 15 - Terceiro episódio da aula – Aula de Preparação de Soluções e Diluição

Tempo	Discurso	Episódio da aula	N.I.
32:10 à 33:00	<p>EPG: Nós temos um pequeno probleminha, que precisamos resolver (...) Ehh (...) vocês como químicos devem encontrar uma solução para este problema.</p> <p>Nesse material, que é de vocês, terão vários questionamentos. Eu quero que vocês respondam à caneta esses questionamentos e o mais importante (...) prestem bastante atenção para responder.</p> <p>EPG: Tem dúvidas? Pergunta! Porque esses questionamentos irão nortear vocês a realizar o relatório.</p> <p>Sempre pensando no que disse no início da aula (...) Qual o nosso objetivo? Qual é o objetivo de vocês durante os quatro, cinco anos de estudo? Ser um profissional.</p>	Questão problema	C3
43:03 à 43:39	<p>EPG: Muitos irão para área acadêmica, outros para a área da indústria... a princípio vocês querem área industrial, mas também podem ser professor, então o tempo inteiro, devemos pensar como químicos, então podemos ser considerados cientistas.</p> <p>(...)</p> <p>Diferentemente de nossos pais, nossos irmãos são de outras áreas, dos nossos avós. Então é muito importante que vocês respondam as questões tirem dúvidas. (...)</p>		
43:50	<p>EPG: Então vamos aí está o material de vocês.</p>		
43:53 à 54: 48	<p>EPG: Clarisse, após participar de uma confraternização na empresa em que trabalha, apresentou sintomas de azia. Incomodada com a sensação de “queimação”, decidiu tomar leite de magnésia. Ela pegou o frasco do armário, abriu, mediu 3 colheres de sopa do produto, diluiu em um copo de água e tomou. Após determinado tempo, Clarisse sentiu fortes dores abdominais e apresentou sintomas de diarreia. Sabe-se que o leite de magnésia é um medicamento indicado, tanto como antiácido - para alívio da azia, má digestão e excesso de acidez no estômago - quanto como laxante, para prisão de ventre. Tendo esta informação, e considerando os sintomas que Clarisse apresentou após ingestão do medicamento, o que pode ter acontecido?</p>		

Fonte: Elaborado pela autora

Por meio do trecho descrito, percebe-se que, ao finalizar as discussões para o levantamento das ideias prévias dos alunos, a EPG faz uma pequena síntese a respeito da atuação de um profissional, proporcionando aos estudantes um momento de reflexão sobre o seu papel na sociedade.

Após o tempo estimado, PRD 1 retoma seus questionamentos, indagando os estudantes a respeito das respostas que eles descreveram para a questão problema. Por meio das análises, esse episódio pode ser classificado como C3, visto que apresenta algumas características investigativas. Ou seja, neste momento é apresentada uma questão a ser investigada, relacionada à temática preparação de soluções e diluição, conforme evidenciado no Quadro 15. Através da questão problema, foi possível evidenciar as hipóteses propostas pelos estudantes para solucionar a problemática. O diálogo a seguir, apresentado no Quadro 16, evidencia as afirmativas expostas anteriormente.

Quadro 16 - Terceiro episódio da aula – Aula de Preparação de Soluções e Diluição

Tempo	Discurso	Episódio da aula	N.I.
55:54 à 56:08	EPG: Pronto, todo mundo terminou, agora vocês me falam o que aconteceu com a Clarisse. Vamos começar aqui (...) - O que vocês escreveram?	Questão problema - Elaboração de hipóteses – Questões durante a aula	C3
56:09 à 56:20	AL: Ela usou uma superdosagem, uma dosagem laxativa		
56:21 à 56:35	EPG: Então vocês colocaram que ela usou uma superdosagem! Isso?		
56:37	EPG: Vocês. (Aponta com o dedo)		
56:38 à 56:50	AL: Além de tomar o medicamento sem indicação médica. Ela colocou três vezes a mais do que a quantidade necessária. Ela tomou uma quantidade que deveria tomar três vezes e ela tomou tudo de uma vez, tendo efeito de laxante, e não de antiácido. É então superdosagem.		
57:03 à 57:08	EPG: Outro grupo as mesmas coisas, o outro também nada diferente.		
58:27	AL: Efeito colateral do medicamento.		
58:52 à 59:07	EPG: Primeira pergunta. Na verdade, vamos discutir com os quatro pontos que vocês colocaram: - Que critério vocês utilizaram para chegar nestas respostas? - O que vocês analisaram para chegar nessas conclusões?		
59:08	AL: O rótulo do produto.		

Fonte: Elaborado pela autora

No quarto episódio da aula, EPG, realiza toda uma construção teórica com os estudantes, embasados nos conceitos que a atividade experimental iria desenvolver. A EPG, em seu plano de aula, descreve alguns dos principais conceitos que os alunos necessitariam de conhecer para que pudessem realizar as inferências necessárias para a compreensão do

conceito de preparo de soluções e diluição. O Quadro 17 apresenta trechos onde a EPG dialoga com os estudantes os conceitos de soluto, solvente e solução.

Quadro 17 - Quarto episódio da aula – Aula de Preparação de Soluções e Diluição

Tempo	Discurso	Episódio da aula	N.I.
64:20 à 64:45	<p>EPG: Agora vamos ver um pouco da teoria. O que aconteceu com Clarisse todos entenderam? Ficaram com alguma dúvida? (...)</p> <p>Já conversamos um pouquinho o que é solução, o que é soluto, o que é solvente (...). O que que é soluto?</p>	Aspectos teóricos/questões durante a aula	C2
64:55 à 65:15	<p>AL: O que vai ser diluído no solvente, EPG: Me dê um exemplo. AL: O sal na água EPG: O sal é o que? AL: Soluto. EPG: E a água? AL: O solvente.</p>		
65:37 à 70:11	<p>EPG: Sabemos que a concentração de uma solução é dada pela razão entre a quantidade de soluto e a quantidade de solvente, da solução que nós estaremos preparando. Certo?! E essa concentração ela pode ser (...) Eh! Descrita em algumas unidades e isso é importante porque coloca você coloca lá, por exemplo, preparei uma solução 10. 10 o que? –Não sei! Então precisamos estar atentos as unidades. Igual vocês falaram o álcool 46° INPM. É extremamente importante sabermos as unidades corretamente. Então uma das unidades de concentração que nós temos e gramas por litro. O que significa isso? [...] AL: Há 10 gramas de soluto em 1 litro de solvente. AL: Solvente ou solução? EPG: Solução. Então eu tenho 10 gramas de soluto em 1 litro de solução.</p>		

Fonte: Elaborado pela autora

Por meio do diálogo demonstrado no Quadro 17, percebemos que embora a EPG, inicie a exploração dos conceitos teóricos com os estudantes, ela continua os indagando, prevalecendo dessa maneira, as características do ensino por investigação. Sendo assim, este episódio da aula pode ser classificado como C2, pois são evidenciadas características de uma atividade investigativa, no entanto, há pouca participação dos estudantes. Esse segundo momento é de suma importância, pois é nesse momento que o professor orienta os estudantes

sobre os conceitos científicos e sua relação com a problematização. Dessa maneira, os conceitos ministrados devem possibilitar a compreensão do conteúdo a ser estudado, bem como possibilitar que o estudante possa responder a problematização inicial (SILVA; MARCONDES, 2010, MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014).

Esse diálogo, entre EPG e os estudantes, para a construção desses conceitos, permanece durante cerca de 25 minutos. Posteriormente, no quinto momento da aula, a EPG apresenta os materiais que serão utilizados durante a realização da atividade experimental. Em seguida, EPG, visita todos os grupos, a fim de mostrar o frasco do ácido que seria utilizado na aula, bem como, averiguar se os estudantes haviam realizados os cálculos necessários. Enquanto isso, a PRD 1 faz alguns questionamentos e explicações, conforme demonstrado no Quadro 18.

Quadro 18 - Quinto episódio da aula – Aula de Preparação de Soluções e Diluição

Tempo	Discurso	Episódio da aula	N.I.
90:10 à 92:09	<p>PRD 1: Quando a gente vai preparar uma solução, a partir de uma solução mais concentrada, o que a gente precisa saber para preparar essa solução, que a gente vai preparar? Eu tenho um frasco lá de uma solução mais concentrada, o ácido clorídrico que vocês têm aí, ele é mais concentrado, “tá”! Vou preparar uma solução mais diluída, o que eu preciso saber, desse ácido mais concentrado para preparar essa solução mais diluída? Preciso saber o que dele? Qual é a informação que preciso ter dele? HAM? Qual é?</p> <p>Eu tenho uma solução mais concentrada que acabou de passar aí, a partir dele eu preciso preparar uma solução mais diluída de concentração 1 mol por litro, o que eu preciso saber desse ácido mais concentrado, para preparar essa solução mais diluída? Eu preciso saber o que? HEIN gente? Para preparar algo mais diluído preciso saber o que desse ácido concentrado?</p> <p>AL: A concentração</p> <p>PRD 1: A concentração dele. A primeira coisa que eu preciso saber é a concentração do ácido concentrado. No caso é o ácido clorídrico. Qual é a concentração dele que está escrito, aí no frasco?</p> <p>AL: É o teor dele?</p> <p>PRD 1: HAM? O teor? HAM! E esse T aí gente, é o título. Que é quanto?</p>	Realização do experimento/ Atividade prática	C2

Fonte: Elaborado pela autora

Nesse episódio da aula, PRD1 realiza uma síntese teórica acerca dos conceitos apresentados por EPG, no entanto, percebemos, por meio do Quadro 18, que mesmo realizando diversas questões, PRD1 não aguarda um certo tempo para que os estudantes possam responder seus questionamentos.

Sendo assim, podemos inferir que, embora a PRD1 perceba a importância de conhecer as ideias dos estudantes, bem como realizar questionamentos durante a aula ela não dá oportunidade para que os estudantes participem e respondam seus questionamentos. Acreditamos que durante sua formação, a PRD1 tenha vivenciado um ensino pautado na transmissão de conceitos e não teve a oportunidade de participar de práticas investigativas. Dessa forma, embora compreenda a importância de os estudantes participarem ativamente do processo de ensino-aprendizagem, não executa sua prática dessa maneira, o seja, suas teorias implícitas se diferem das explícitas, demonstrando que a teoria não é aplicada em sua prática (PEME-ARANEGA et al., 2009).

Ainda, nesse episódio, PRD1 realiza os cálculos na lousa e, posteriormente, os estudantes iniciam a realização da atividade prática. Durante a prática, EPG e PRD1 auxiliam os estudantes e conversam individualmente com cada um dos grupos.

Para finalizar a aula, no sexto episódio, EPG, realiza alguns questionamentos com os estudantes a respeito do experimento realizado. Investiga as etapas do experimento, realiza comparação das concepções iniciais com os dados obtidos e elaboração de explicações a partir das comparações realizadas. Dessa forma, este episódio é classificado em nível de investigação C3. O Quadro 19, demonstra os diálogos ocorridos neste momento.

Quadro 19 - Sexto episódio da aula - Aula de Preparação de Soluções e Diluição

Tempo	Discurso	Episódio da aula	N.I.
150: 19 à 161:50	<p>EPG: Todo mundo terminou? Alguém tem alguma dúvida sobre o material? Tem alguma questão que vocês que não souberam responder? Ou sobre o experimento e as contas que nós fizemos?</p> <p style="text-align: center;">[...]</p> <p>EPG: Algum grupo ao adicionar água, ultrapassou o menisco? Nessa solução ou na anterior?</p> <p>AL: Não.</p> <p>EPG: Não, todo mundo mediu o menisco certinho? O que vocês acham que vai acontecer com a solução estoque?</p> <p>AL: Vai diminuir a concentração, porque ela está mais diluída.</p> <p>EPG: Isso mesmo. Ela está mais diluída.</p> <p>EPG: E as soluções que a gente preparou hoje, vai ter concentração exata?</p> <p>AL: Não.</p> <p>EPG: Quais são as fontes de erro?</p> <p>AL: Vidrarias</p> <p>EPG: Essa solução aqui, cada grupo preparou 100mL, não foi?</p> <p>EPG: Dessa solução aqui, cada um não pipetou um valor de HCl? Certo?</p> <p>Então a gente consegue descobrir a concentração exata dessa solução?</p> <p>EPG: Vocês acham que a gente consegue descobrir, não? Sim?</p> <p>Consegue descobrir a concentração exata que tem aqui? Como?</p> <p>AL: Consegue.</p> <p>EPG: Consegue. Como?</p> <p>EPG: HAM?! Qual é a concentração daquela solução? Como descobrimos qual é?</p> <p>AL: Eu não entendi.</p> <p>EPG: Como que a gente pode descobrir a concentração da solução que a gente preparou hoje?</p> <p style="text-align: center;">[...]</p> <p>EPF: Voltando. Quais são as fontes de erros das soluções que preparamos hoje?</p> <p>AL: O composto utilizado, a validade do composto.</p> <p>EPG: o que mais?</p> <p>AL: As falhas humanas, as vidrarias.</p> <p>EPG: Então é isso, após essa aula vocês conseguem ver a importância que se tem de preparar uma solução?</p> <p style="text-align: center;">[...]</p>	Sistematização/ Atividade pós laboratório	C3

Fonte: Elaborado pela autora

Por meio do Quadro 19, verificamos que a atividade pode ser considerada investigativa, no entanto não tão bem explorada pela EPG e PRD 1, devido ao excesso de conceitos apontados nos objetivos e/ou por não delimitar as questões exploradas.

5.3 Classificação das perguntas propostas no roteiro experimental e das respostas dos estudantes de acordo com o seu Nível de Cognição

Conforme já descrito anteriormente, inicialmente foi entregue, a cada grupo, um roteiro experimental com a apresentação de algumas questões, as quais deveriam ser respondidas por escrito no decorrer da aula.

Para esta análise, dividiu-se as questões propostas no roteiro em três momentos, que são: questões iniciais, questões durante a aula e questões pós, conforme é demonstrado no Quadro 20.

Quadro 20 - Questões propostas no roteiro experimental - Aula de Preparação de Soluções e Diluição

Momento	Questões propostas		Nível Cognitivo das questões	
Questões iniciais	Questão problema: Clarisse, após participar de uma confraternização na empresa em que trabalha, apresentou sintomas de azia. Incomodada com a sensação de “queimação”, decidiu tomar leite de magnésia. Ela pegou o frasco do armário, abriu, mediu 3 colheres de sopa do produto, diluiu em um copo de água e tomou. Após determinado tempo, Clarisse sentiu fortes dores abdominais e apresentou sintomas de diarreia. Sabe-se que o leite de magnésia é um medicamento indicado, tanto como antiácido - para alívio da azia, má digestão e excesso de acidez no estômago - quanto como laxante, para prisão de ventre. Tendo esta informação, e considerando os sintomas que Clarisse apresentou após ingestão do medicamento, o que pode ter acontecido?		P3	
Questões durante a aula	Preparo de Solução a partir de um ácido concentrado [1]	Preparo de Solução a partir de uma base [2]	[1]	[2]
	Questão A: O que significa ácido concentrado P.A.?	Questão A: Qual foi a massa pesada?	P1	P1
	Questão B: Anote o que foi observado quando se adicionou o ácido em 40 mL de água.	Questão B: Existe diferença entre a massa pesada e a massa calculada?	P1	P1

Continua

-	Questão C: Explique como essa diferença pode influenciar nos demais resultados.	-	P3
Questão D: Por que adicionar 40 mL de água destilada ao balão volumétrico antes de adicionar o ácido?	Questão D: Como se deve manusear a pisseta, para que não se ultrapasse o menisco do balão? Caso ultrapasse o menisco, o que acontecerá com a solução?	P3	P1
Questão E: O que é solução estoque	-	P1	-
Questão F: Por que é necessário rotular o frasco? O que deve conter no rótulo?	Questão F: De acordo com as instruções, a solução preparada de KOH deverá ter concentração de $0,1 \text{ mol L}^{-1}$. A solução preparada possui essa concentração? Justifique.	P2	P3
-	Questão G: Como verificar a concentração exata dessa solução?	-	P3
Questão H: Segundo as instruções, a solução preparada de HCl deverá ter concentração de $1,0 \text{ mol L}^{-1}$, todavia, você espera que a solução preparada apresente essa concentração? Justifique.	-	P3	
Questão I: Como vocês poderiam verificar a concentração da solução preparada?	-	P3	
Questões pós	Com base nos experimentos e nas questões realizadas nessa aula, indique quais cuidados devem ser tomados no preparar uma solução. Justifique.		P3

Termina

Fonte: Elaborado pela autora

Ao analisar as questões propostas, pode-se verificar que foram realizadas questões de baixa e de alta ordem. Isso é importante, pois através de questões mais simples, é possível auxiliar os estudantes irem construindo os conhecimentos necessários para elaborar hipóteses, formular conclusões e comparações dos dados obtidos para a resolução da questão problema.

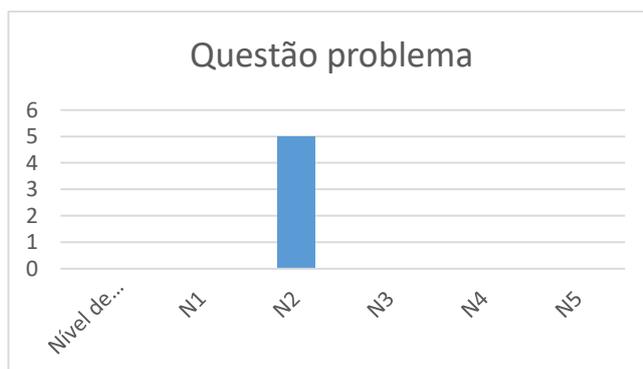
Por meio do Quadro 20, evidencia-se que nem todas as respostas foram classificadas em níveis de cognição, visto que se refeririam a questões que solicitavam completar tabelas por meio dos dados obtidos.

Para discutir as classificações das perguntas demonstradas no Quadro 20, a seguir serão apresentados exemplos de respostas dos estudantes para cada uma delas e, também, a classificação de acordo com seu Nível de Cognição. Dessa forma, foi possível realizar uma comparação entre as respostas esperadas com as respostas obtidas, de acordo com a pergunta realizada.

Para realizar o experimento, bem como responder às questões propostas, a turma foi dividida em cinco grupos, denominados G1, G2, G3, G4 e G5. Os alunos foram respondendo as questões no decorrer da realização da atividade.

Para a Questão Problema, prevaleceram respostas de Níveis de Cognição N2, conforme é demonstrado na Figura 2.

Figura 2: Nível de Cognição Questão Problema- Aula de Preparação de Soluções e Diluição



Fonte: Elaborado pela autora

Conforme expressa o Quadro 20, o Nível de Cognição da questão problema foi classificado no nível P3, pois requeria que os estudantes propusessem hipóteses, realizassem inferências e avaliassem as condições para proporem soluções à questão apresentada. Ela foi respondida antes de iniciar o experimento. No entanto, a questão que foi apresentada nesse roteiro, apresentou um erro conceitual. Dessa maneira, ela foi corrigida, para que em uma próxima aplicação, não possa gerar obstáculos para a compreensão dos estudantes. A nova questão problema se encontra no Apêndice 1.

Ao analisar a Figura 2, percebe-se que todos os estudantes reconheceram a situação problema, identificando o que estava sendo buscado. No entanto, não identificaram as variáveis que são buscadas, não relacionaram o problema com conceitos científicos, sendo essa resposta parcialmente correta, ou seja, eles têm, inicialmente, uma compreensão limitada

a respeito do conceito estudado, dessa forma, prevaleceram respostas classificadas como Nível de Cognição N2.

Esperava-se como resposta, que os estudantes evidenciassem os riscos da automedicação, além de Clarisse não ter seguido as recomendações da bula para o preparo correto do medicamento, ressaltando os danos causados quando se realiza a preparação das mais diversas soluções de maneira incorreta. Dessa maneira, evidenciamos que a questão dava possibilidades para que os estudantes elaborassem hipóteses, realizassem inferências e realizassem comparações.

A resposta a seguir exemplifica uma resposta classificada em Nível de Cognição N2:

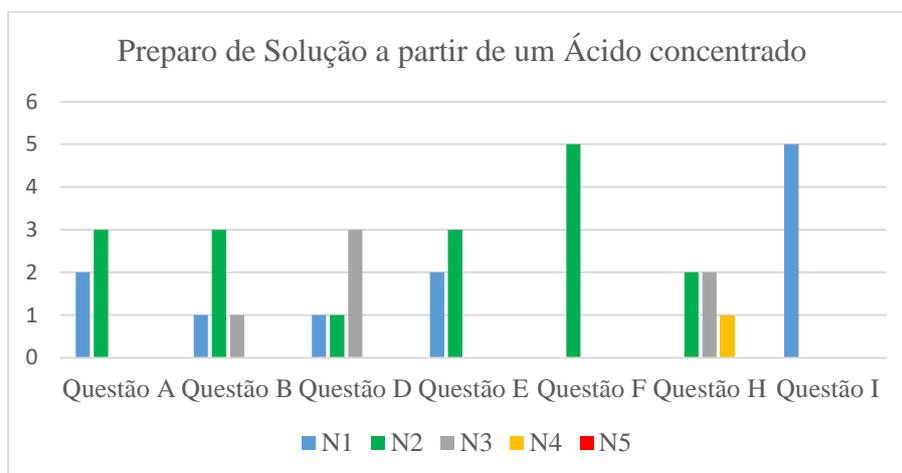
“Clarisse além de tomar um medicamento sem orientação médica, não analisou antes a quantidade a ser tomada, então tomou aproximadamente 3 vezes a quantidade necessária, gerando efeito de laxante e não apenas de antiácido.” (G4)

Por meio da resposta descrita pelo grupo G4, percebe-se que os estudantes realizaram algumas inferências a respeito da situação, mas os estudantes ainda não conseguem explicar cientificamente o que poderia ter ocorrido. Dessa maneira, os estudantes enfatizaram o efeito laxativo da solução preparada, mas não relacionaram ao preparo incorreto da solução, tendo então, uma compreensão limitada sobre o assunto, expressando apenas conceitos meramente decorados.

Embora a questão problema seja de elevada ordem cognitiva (P3), o nível das respostas manifestado pelos estudantes é coerente com o momento, pois no início da aula os estudantes têm apenas conhecimentos prévios acerca do assunto a ser abordado.

Já no segundo momento da aula, durante o desenvolvimento do experimento, foram propostas diversas questões para serem respondidas pelos alunos no próprio roteiro. Algumas delas apresentavam baixa ordem cognitiva, ou seja, questões que apenas requeriam dos estudantes recordar informações obtidas por meio da atividade experimental. A Figura 3 demonstra o Nível de Cognição manifestado nas respostas dos estudantes para a primeira fase do experimento, ou seja, o preparo da solução de Ácido Clorídrico (HCl).

Figura 3: Nível de Cognição das respostas - Preparo de Solução de Ácido Clorídrico (HCl)



Fonte: Elaborado pela autora

Por meio do Figura 3, pode-se inferir que, para as questões propostas, prevaleceram respostas relacionadas aos níveis de cognição N2, ou seja os estudantes reconhecem o que deve ser buscado e descrevem corretamente os conceitos, no entanto, em algumas das questões apresentam concepções alternativas e, em outras, há uma compreensão limitada sobre ele.

A primeira questão (Questão A), por exemplo, solicitava que os estudantes descrevessem o significado de ácido concentrado P.A¹⁸. Por meio do Quadro 20, ao analisar o Nível de Cognição da questão proposta, é possível inferir que a questão requer que os estudantes apenas recordem uma informação, sendo, então, classificada no nível P1. Ao analisar as respostas, foram manifestadas pelos estudantes habilidades relacionadas ao Nível de Cognição N1, ou seja, os estudantes descreveram corretamente os conceitos, mas não estabelecem processos de controle de variáveis, não relacionando com outras questões da ciência, podendo não compreender seus significados conceituais, conforme é descrito em um exemplo a seguir:

“Ácido mais puro possível para análise.” (G4)

Pelo fato de a pergunta não exigir cognitivamente do aluno, tem-se uma resposta mais simples, isto é, o conceito foi descrito corretamente, mas sua compreensão parece limitada, ou

¹⁸ Para análise.

seja, pode ser que os estudantes tenham utilizado concepções e/ou conceitos apenas memorizados.

Ao observar a Questão B, descrita no Quadro 20, verifica-se que ela solicitou que os estudantes descrevessem as observações realizadas quando adicionou-se o ácido na água. Ao adicionar ácido na água, esperava-se que houvesse um leve aquecimento do béquer. Sendo assim, essa questão foi classificada no Nível de Cognição P1.

Embora a questão tenha uma baixa ordem cognitiva, esperava-se que, além de descreverem o dado obtido, que eles também elaborassem explicações para o fenômeno acontecido, visto que eles já estavam realizando o experimento. No entanto, isso não ocorreu. O trecho a seguir demonstra a resposta escrita por um grupo:

“Por ser ácido diluído, em contato com a água, não pode liberar energia ao meio externo, em forma de calor, sendo assim, não alterou nada em nossa percepção.” (G5).

Por meio da resposta descrita, acredita-se que os estudantes esperavam que ocorresse algum fenômeno no qual pudessem visualizar alguma modificação no sistema, como a mudança de coloração, desprendimento de gases, dentre outros. Dessa forma, três, dos cinco grupos, reconheceram o que estava sendo proposto, identificando o que deveria ocorrer, no entanto, não identificaram as variáveis e não justificaram suas respostas de acordo com os conceitos exigidos, portanto prevaleceu o Nível de Cognição N2. No entanto, um dos grupos compreendeu o fenômeno, naquela ocasião. O excerto a seguir exemplifica uma resposta considerada N3.

“Como a solução utilizada era diluída, não se observou comportamentos diferentes, porém era esperado que ocorresse um aumento da temperatura.” (G3)

Conforme evidenciado acima, o G3 compreendeu que não houve alteração pelo fato de o ácido utilizado no experimento estar diluído, mas caso o ácido não estivesse diluído, ocorreria um aumento da temperatura do béquer. Dessa forma, acredita-se que os estudantes entenderam os principais conceitos envolvidos relacionados à ciência, e ainda elaboraram uma hipótese e uma explicação plausível para o fenômeno.

A Questão D solicitava que os estudantes descrevessem o motivo pelo qual era necessário adicionar ácido na água e não água no ácido. Com base na resposta da questão proposta, esperava-se que os estudantes comparassem as informações e aplicassem os

conceitos para resolver, propondo hipóteses e fazendo inferências, através dos dados obtidos. Dessa forma, tal questão foi classificada no Nível de Cognição P3, conforme mostra o Quadro 20.

Analisando a Figura 3, evidencia-se que a maioria das respostas descritas pelos estudantes foi classificada no Nível de Cognição N3, desta forma, conclui-se que os estudantes explicaram a questão corretamente, utilizando conceitos já conhecidos, no entanto, tiveram uma compreensão limitada do conteúdo estudado. O excerto a seguir, demonstra uma resposta descrita por um dos grupos, classificada em N3.

“Pois, devido a quantidade de energia liberada na dissolução do ácido na água, adiciona-se 40 mL de água antes do ácido para evitar respingos, devido ao aquecimento.”

(G1)

Esperava que os estudantes descrevessem que não devemos adicionar água a uma solução concentrada de ácido, ou seja, sempre adicionar o ácido concentrado à água, pois a adição de ácido em água, libera uma grande quantidade de calor, que pode fazer com que o ácido respingue para fora do frasco.

Deste modo, percebe-se que o grupo reconhece o conceito, descreve-o corretamente, no entanto, a descrição é limitada. De acordo com Rivard e Straw (2000), a escrita exige um maior esforço cognitivo por parte do aluno, diferente do discurso oral, que é altamente flexível. Sendo assim, os estudantes apenas podem não ter conseguido expressar os conhecimentos construídos por meio da escrita.

A Questão E questionava o significado de solução estoque. A questão requeria apenas que os estudantes recordassem uma informação, visto que esses conceitos já haviam sido discutidos no início da aula. Dessa forma, essa questão foi classificada no Nível de Cognição P1.

Por meio da Figura 3, percebe-se que as respostas de dois dos grupos foram classificadas em N1 e de três grupos em N2. Sendo assim, infere-se que os estudantes reconheceram o conceito, porém apresentaram uma visão limitada sobre ele. Ainda, pode-se considerar que a pergunta, de baixa ordem, não possibilitou aos estudantes descreverem melhor sobre o conceito a ser estudado. O excerto a seguir demonstra um exemplo de resposta, classificada em N2:

“Grande volume de reagente comum em uma concentração padronizada” (G1).

A Questão F perguntava aos estudantes por quais razões era necessário rotular o frasco e, ainda, quais as informações deveriam conter. A questão solicitava, então, aos alunos, que além de responder a questão, ainda pudessem descrever os riscos nos quais um frasco sem rótulo poderia causar. Neste sentido, a questão foi classificada no Nível de Cognição P2. O fato de a EPG ter proposto duas perguntas em uma, pode ter influenciado as respostas dos estudantes, e, dessa forma, essa questão deveria ser reelaborada.

Ao analisar as respostas, prevaleceram manifestações de ordem cognitiva N2. Verifica-se que os estudantes reconhecem o conceito, mas não conseguem relacioná-lo com outras situações, não identificando variáveis. O excerto a seguir mostra uma resposta classificada no nível N2.

“Para identificar a substância que contém no frasco.

Nome do composto, concentração, riscos, armazenagem, transporte, data de fabricação, data de validade, compostos presentes na solução.” (G2)

A Questão H, questionava aos estudantes que a *“solução preparada de HCl deverá ter concentração de $1,0 \text{ mol L}^{-1}$, todavia, você espera que a solução preparada apresente essa concentração? Justifique.”*. A questão proposta requisitava que os estudantes utilizassem os dados obtidos no experimento para propor hipóteses, fazer inferências, avaliar as condições e elaborar conclusões, sendo assim, a questão foi classificada em Nível de Cognição P3.

Por ser uma questão que possibilitava que os estudantes utilizassem os dados obtidos para propor hipóteses, , esperava-se que os estudantes também manifestassem habilidades de ordem cognitiva mais elevada, no entanto, apenas um dos grupos manifestou habilidades relacionadas ao nível N4, conforme é evidenciado na Figura 3. De acordo com as respostas elaboradas, percebeu-se que os estudantes compreenderam o conceito e ainda conseguiram resolver o problema proposto, mas ainda apresenta uma certa limitação em explicar os fatos ocorridos. A seguir está descrito um exemplo de resposta N3.

“Não, pois podem ocorrer vários fatores que alteram o valor, como a vidraria não estar calibrada, o volume a ser medido na pipeta pode variar para mais ou para menos.”

(G4)

A última questão da primeira parte do experimento solicitava aos estudantes que respondessem como poderiam verificar a concentração da solução preparada. Tal questão

também propunha que os alunos utilizassem os dados obtidos para propor hipóteses e elaborar conclusões, sendo assim, a questão classificada no Nível de Cognição P3. É importante salientar que os conceitos relacionados a padronização de soluções seriam estudados de maneira mais específica na aula seguinte.

No entanto, por meio do Figura 3, percebe-se que todos os grupos manifestaram respostas de Nível de Cognição N1, ou seja, não reconheceram o que estava sendo buscado, expondo apenas a dados lembrados. A seguir é demonstrado respostas de dois grupos.

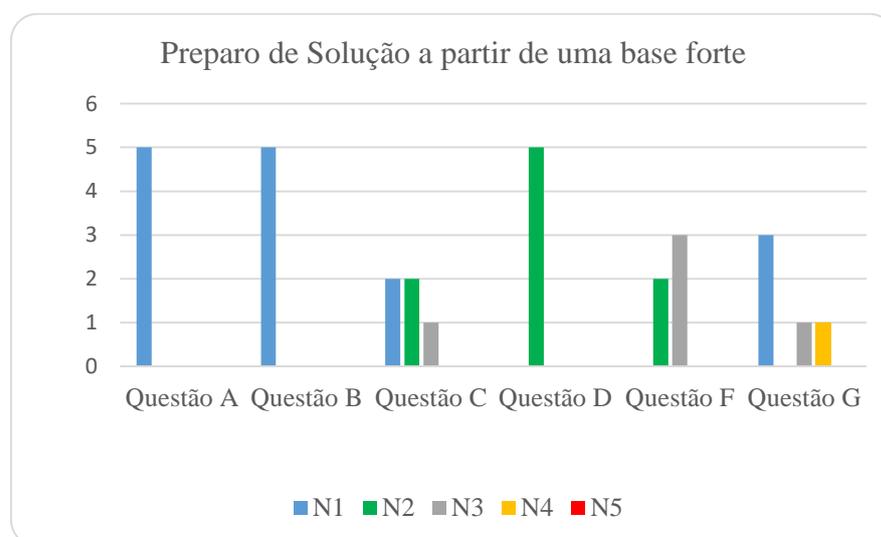
“Uma das maneiras é fazer a medição do pH.” (G1)

“Através da densidade e do pH.” (G4)

Ao realizar a análise, ressalta-se que todos os grupos descreveram suas respostas propondo a utilização do pH para encontrar a concentração da solução, no entanto, nenhum deles explica detalhadamente como o processo seria realizado, indicando, assim, concepções equivocadas acerca do conteúdo.

Na segunda parte do experimento, os estudantes deveriam preparar uma solução a partir da base Hidróxido de Sódio (NaOH). E, do mesmo modo, conforme descrito anteriormente, foram propostas questões para que eles respondessem no decorrer do experimento. A Figura 4 evidencia a análise dos Níveis de Cognição para as respostas dos grupos.

Figura 4: Nível de Cognição das respostas - Preparo de Solução de Hidróxido de Sódio (KOH)



Fonte: Elaborado pela autora

As Questões A e B requeriam que os estudantes descrevessem qual o valor da massa da base pesada e qual a diferença entre a massa calculada e a pesada, respectivamente. As duas questões são questões que exigiam que os estudantes apenas descrevessem as informações por meio dos dados obtidos. Dessa forma, as questões foram classificadas em Nível de Cognição P1.

Embora a questão exigisse que os estudantes descrevessem valores numéricos obtidos por meio da pesagem da base, as respostas foram classificadas em Níveis de Cognição N1, pois ficaram limitados a exporem o dado obtido, não identificando variáveis. No entanto, neste momento da aula, os alunos já tinham condições de explicar e realizar comparações por meio dos dados obtidos, tais como as margens de erro da balança e relacionar os algarismos significativos da pesagem com os valores calculados inicialmente.

A Questão C solicitava que os estudantes descrevessem como a diferença entre as massas de sal pesada e a calculada poderiam influenciar nos resultados. Sendo assim, pode-se evidenciar que a questão exigia que os estudantes utilizassem dos dados obtidos para propor hipóteses, fazer inferências, além de elaborar conclusões, portanto a questão foi classificada no Nível de Cognição P3.

Através da análise, percebe-se que os estudantes manifestaram respostas classificadas em Níveis de Cognição N2 e N3. Entende-se que a pergunta solicitada exigia que os estudantes fizessem uma comparação, caso fosse uma massa maior ou menor que a calculada, e estimassem o que aconteceria com a concentração da solução preparada. O excerto a seguir mostra uma das respostas classificada em N3.

“A diferença entre a massa calculada com a massa pesada é que, como foi pesado menos, a solução ficará menos concentrada.” (G4)

Por meio desta resposta, percebe-se que os estudantes têm uma compreensão limitada sobre o preparo de soluções. Embora a questão exigisse apenas que os estudantes descrevessem a diferença entre o valor de massa calculado e o valor pesado, os estudantes poderiam inferir que, embora tivessem o objetivo de preparar uma solução $0,1 \text{ molL}^{-1}$, a concentração não seria exatamente essa, mas que obteriam um valor aproximado.

Já a Questão D, solicitava que os estudantes descrevessem como deveria ser o uso da pipeta para que não ultrapassasse o menisco do balão, e, caso ultrapassasse, quais consequências trariam. Embora a pergunta pareça de baixa exigência cognitiva, esperava-se

que os estudantes descrevessem que, ao aproximar do menisco do balão, dever-se-ia adicionando água com o auxílio de um conta-gotas e não utilizando a pisseta para o preenchimento. Dessa forma, tal questão foi classificada em Nível de Cognição P2.

No entanto, ao realizar a análise das respostas, é perceptível que os alunos tiveram uma visão limitada a respeito do que a questão requeria, bem como, dos conceitos e procedimentos laboratoriais. Neste sentido, foram manifestadas, em sua maioria, habilidades do nível N2. O excerto a seguir exemplifica uma resposta com tal classificação.

*“Apertar com bastante cuidado para controlar a vazão de água.”
Apresentará uma concentração diferente da calculada.” (G1)*

Por meio das respostas encontradas, percebe-se que os estudantes reconheceram o conceito, porém, apresentam uma visão limitada sobre ele. Ainda, pode-se considerar que a pergunta se apresenta muito aberta, ou seja, não direcionou os estudantes para que pudessem descrever melhor sobre o conceito a ser estudado.

As Questões F e G, idênticas as questões H e I da primeira parte do experimento, solicitava aos estudantes: *“segundo as instruções a solução preparada de KOH deverá ter concentração de $1,0 \text{ mol L}^{-1}$, todavia, você espera que a solução preparada apresente essa concentração? Justifique.”* e *“Como verificar a concentração exata dessa solução?.”* respectivamente. As questões propostas requisitavam que os estudantes utilizassem os dados obtidos para propor hipóteses, fazer inferências, avaliar as condições e elaborar conclusões, sendo assim, a questão foi classificada em Nível de Cognição P3.

Por meio da Figura 4, percebe-se uma variação entre as respostas dos grupos, ou seja, houve manifestação dos diferentes níveis de cognição, desde N1 até N4.

Para a Questão F, três grupos manifestaram habilidades do nível N3 e dois dos grupos N2.

Já na Questão G, foram manifestadas habilidades do nível N1, por três grupos; do nível N3, por um grupo, e N4, por outro grupo. É importante salientar que um grupo não foi classificado, pois deixou a questão em branco. No entanto, ficam lacunas se o grupo não quis responder à questão, ou se realmente não sabiam a resposta.

A seguir, são apresentadas respostas de um mesmo grupo, onde pode-se perceber respostas de Nível N3 e N4, respectivamente.

“Não, porque o KOH pesado foi menor do que o calculado. Sendo assim, uma solução menos concentrada do que o calculado.” (G4 – F)

“Através da titulação da solução com base nos volumes e massa da solução, assim é possível calcular a concentração exata da solução.” (G4 – G)

Ao realizar uma comparação entre as respostas das letras H e I, que estão presentes na Figura 3, com as respostas das letras F e G da Figura 4, percebe-se que, embora as questões sejam as mesmas, há uma variação das respostas dos estudantes. No entanto, não existe uma forma de esclarecer a possível discrepância, visto que todas as questões foram respondidas durante a aula. Uma hipótese seria que esses estudantes, ou algum membro do grupo, tenha realizado algum curso técnico em Química, ou tenha estudado esses conceitos ou vivenciado o experimento durante o Ensino Médio.

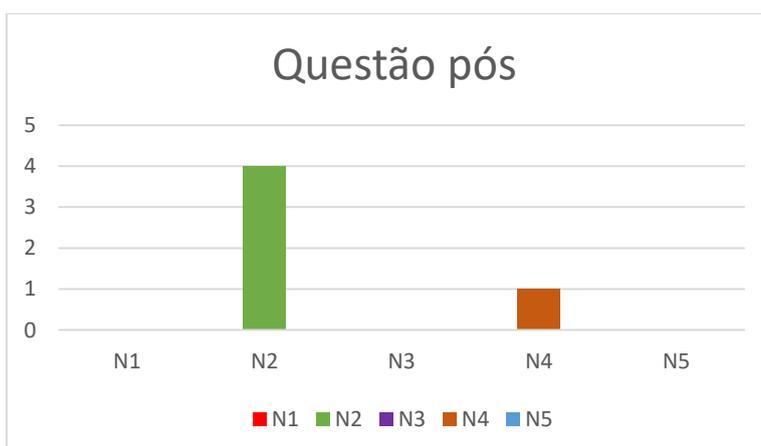
Para sistematizar a aula, foi proposta a seguinte questão:

“Com base nos experimentos e nas questões realizadas nessa aula, indique quais cuidados devem ser tomados ao preparar uma solução. Justifique?”

O Nível de Cognição da questão foi classificado como P3, pois solicitava a elaboração de hipóteses e conclusões por parte dos estudantes.

A Figura 5 mostra a análise das respostas obtidas.

Figura 5: Nível de Cognição - Questão pós experimento



Fonte: Elaborado pela autora

Por meio da Figura 5, percebe-se uma variação das respostas, no entanto, prevaleceram respostas classificadas no nível N2, e apenas um grupo manifestou respostas de ordem cognitiva N4. É exemplificado a seguir, uma resposta de categoria N2:

“Devem-se tomar cuidados com os riscos das substâncias, manuseio das vidrarias validade dos compostos, pois se solução for preparada de forma incorreta, há o risco tanto no momento da reação como respingos, quanto no consumo, devido concentração medida de forma errada.” (G1)

Analisando a resposta acima, percebe-se que houve um entendimento por parte dos estudantes acerca do preparo de soluções, mas ainda há indícios que podem ser conceitos memorizados.

O grupo G4, apresentou uma resposta classificada em N4, conforme evidenciado abaixo:

“Para preparar uma solução deve-se ter cuidado na pesagem, limpeza das vidrarias, acerto do menisco, calibração das vidrarias, para que consiga chegar na concentração exata ou muito próxima. E se não preparada de maneira certa, podem-se variar suas concentrações, prejudicando a saúde no caso de remédios, além dos ácidos que quando não diluídos de maneira correta, podem causar pequenas ou grandes explosões.” (G4)

No entanto, o experimento parece ter contribuído de maneira significativa para a aprendizagem dos estudantes, visto que, por meio das perguntas propostas, foram manifestadas respostas satisfatórias.

Consideramos que, por meio dos dados obtidos, e de acordo com Suart (2016) quanto maior os Nível de Investigação propostos durante a aula, por meio de questões de elevada ordem cognitiva, maior será a ordem cognitiva das respostas descritas pelos estudantes. No entanto, compreendemos que em alguns momentos da aula, é necessário que também sejam propostas questões de baixa ordem cognitiva, pois essas questões também são importantes para a construção do conhecimento. Sendo assim, inferimos a importância de, ao planejar uma atividade, de caráter experimental ou não, sejam levadas em consideração o envolvimento dos alunos, para que eles possam ser protagonistas do processo de construção do seu conhecimento.

5.4 Análise do roteiro experimental da prática de Cinética Química de acordo com os Níveis de Investigação

Conforme já discutido anteriormente, é importante que ao desenvolver conceitos, sejam eles ligados ao Ensino de Química, ou não, sejam considerados o cotidiano do aluno, para que eles possam fazer relações entre a realidade em que vivem com os conteúdos estudados.

Ao se tratar do ensino de Cinética Química, percebe-se isso que não é diferente, pois as atividades para o desenvolvimento desse conceito, muitas vezes, são baseadas em aulas expositivas, não levando em conta os conhecimentos prévios ou o cotidiano dos alunos (LIMA, et al, 2000).

Sendo assim, espera-se que ao desenvolver os conteúdos relacionados a esse conceito, os estudantes sejam capazes de compreender os fatores que influenciam a velocidade das reações químicas, onde e como essas reações ocorrem e, também, o que pode ser feito para acelerar ou retardar essas reações, relacionando esse conhecimento aos fenômenos que ele observa em seu dia a dia.

Nesse sentido, foi proposto um roteiro experimental para o desenvolvimento do conceito de cinética química. O nível de Investigação do roteiro proposto está demonstrado na Quadro 21.

Quadro 21 - Nível de Investigação do roteiro elaborado pela pesquisadora – Aula de Cinética Química

Elementos Pedagógicos	Nível de Investigação do Roteiro Elaborado
Pré-Laboratório	C2
Questão Problema	C4
Elaboração De Hipótese	C3
Questões Durante A Aula	C2
Atividade Pós-Laboratório	C4
Papel Do Experimento	C3-C4
Atividade Prática	C3

Fonte: Elaborado pela autora

Ao analisar o Quadro 21, percebe-se que a maioria dos elementos pedagógicos tiveram classificação que perpassaram os Níveis C2, C3 e C4, ou seja, o roteiro apresenta algumas características investigativas.

No roteiro (APÊNDICE C) são apresentadas questões iniciais para instigar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito das questões que seriam apresentadas na problematização. Dessa forma, o elemento *pré-laboratório* foi classificado no Nível de Investigação C2. A seguir, são apresentadas algumas das questões propostas.

“Vocês sabem o que é velocidade?”

Quando se quer vencer uma corrida, o que o atleta precisa fazer?

E na química, onde essa velocidade é importante?

O que vocês sabem a respeito de cinética química?

Por que a cinética Química é importante?”

As questões propostas, tinham o objetivo de investigar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do conceito a ser estudado, sendo essas questões características de uma atividade investigativa. No entanto, para que houvesse uma classificação de maior Nível de Investigação, as questões propostas deviam contribuir para o levantamento de hipóteses pelos alunos, com base em pesquisas e no próprio conhecimento, e não apenas questões conceituais que abordam assuntos já conhecidos pelos estudantes.

O elemento pedagógico, *questão problema*, foi classificado em Nível de Investigação C3, por ser tratar de uma questão que exigia dos estudantes a realização do experimento para alcançar a resposta esperada. A questão proposta está apresentada a seguir:

“Com o esgotamento de reservas naturais de fertilizantes, no final do século XIX, a pesquisa por alternativas para os fertilizantes a base de nitrato (NO_2^-) passa a ter valores estratégicos para vários países. Assim, tendo em vista a abundante disponibilidade de hidrogênio (H_2) e nitrogênio (N_2) molecular, diversos cientistas da época tentaram realizar a síntese da amônia, sem obterem sucesso. Isso porque a reação entre o hidrogênio e o nitrogênio molecular não ocorre naturalmente, sendo necessárias algumas condições específicas para a formação da amônia.

Durante suas pesquisas, Haber obteve os seguintes resultados:

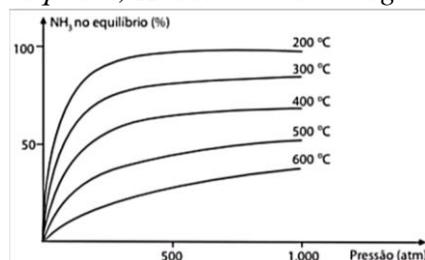


Figura 1: Rendimento da reação obtido por Haber

Quais parâmetros devem ser considerados em uma reação química, para que esta reação ocorra em um tempo adequado para se obter um produto desejado? Justifique sua resposta.”

Ao analisar a questão problema, pode-se perceber, que ela está diretamente relacionada ao cotidiano dos estudantes. Visto que a amônia está presente em diversas situações cotidianas desses estudantes, já que a universidade está inserida em uma área predominantemente rural, desde a agricultura, em fertilizantes; quanto no setor farmacêutico, em produtos de beleza, como tintas, descolorantes, entre outros. Nesse momento, por meio da mediação do professor, os estudantes poderiam elaborar hipóteses sobre os parâmetros que deveriam ser considerados para que a reação ocorresse em tempo adequado e apresentasse um bom rendimento (TRAZZI; BRASIL, 2017)

Já o elemento pedagógico *questões durante a aula*, foi classificado no Nível de Investigação C2. Esse elemento teve essa classificação, pois no roteiro apresentado, foi solicitado que os estudantes realizassem cálculos e preenchessem tabelas e que, através dos resultados obtidos, respondessem uma questão, mas sem solicitar conclusões, conforme é exemplificado a seguir:

“A velocidade da reação em temperatura de 50° será maior, menor ou igual a velocidade na temperatura ambiente?”

Ao retomar ao Quadro 21, percebe-se que o elemento pedagógico *atividade pós laboratório*, foi classificado em Nível de Investigação C4. De acordo com o roteiro experimental, as questões propostas proporcionariam aos estudantes a oportunidade de expor suas ideias de acordo com as etapas da atividade, e ainda realizarem uma releitura da questão problema inicial. Algumas dessas questões estão descritas a seguir:

*“Porque é possível encontrar meios de controlar o tempo de desenvolvimento das reações, fazendo elas se desenvolver mais lentas ou mais rápidas.
Quais fatores afetam a velocidade de uma reação química?”*

Essas questões demonstram que os estudantes deveriam usar os dados a serem obtidos por meio do experimento para explicarem os fenômenos observados na aula e, ainda, estabelecer relações entre os conceitos e o seu cotidiano.

Os elementos pedagógicos *papel do experimento e atividade prática*, foram classificados em Níveis de Investigação C3, perpassando, em alguns momentos, por algumas características do C4. Ou seja, o experimento proposto pode ser considerado uma atividade investigativa, no entanto, em alguns momentos, não é muito bem explorada, pois os estudantes podem acabar não participando ativamente do processo de construção do conhecimento, já que pouca autonomia é dada a eles, pois o professor ainda se apresenta como o detentor de todo o saber, apenas transmitindo informações conceituais, dando pouca liberdade para que os estudantes construam seus próprios conhecimentos.

De acordo com Menezes (2018), além de motivar e despertar a atenção dos alunos, as atividades experimentais investigativas contribuem para o desenvolvimento do trabalho coletivo, a tomada de decisão, estimula a criatividade e, ainda, a proposição de hipóteses para os fenômenos, testar a capacidade de generalização e de previsão de teorias e aprimorar as habilidades manipulativas (MENEZES, 2018).

5.5 Análise da aula de acordo com os Níveis de Investigação da prática de cinética química

Conforme já explicitado ao longo dessa dissertação, não basta que uma aula seja planejada de maneira investigativa, é necessário que, ao ministrá-la, o professor proporcione momentos para que os estudantes possam explicitar suas ideias, confrontar os dados, propor hipóteses e elaborar conclusões.

Nessa seção, serão apresentados os episódios da aula de cinética Química. No entanto, é importante ressaltar que uma parte do vídeo da aula apresentou problemas técnicos, não podendo ser transcrito. Os momentos que não serão demonstrados são: o momento inicial, onde foram retomados os conceitos estudados nas aulas anteriores, a coleta das ideias prévias dos estudantes sobre o conceito a ser estudado e a apresentação e discussão da questão problema. Ainda é importante salientar que a falta desses momentos, influenciam de forma negativa na análise dos dados obtidos, visto que faltam evidências se a aula ministrada, ocorreu conforme o planejamento, e ainda se a maneira como a EPG abordou os momentos iniciais da aula, corroboraram os resultados obtidos. No entanto, por meio do planejamento realizado pela pesquisadora, bem como as respostas escritas pelos estudantes, foi possível realizar interferências se a maneira como a aula foi planejada e ministrada pode responder os

objetivos propostos. Sendo assim, serão discutidos apenas os episódios que tratam dos momentos aspectos teóricos, realização do experimento e sistematização.

O episódio aspectos teóricos mostra o momento da aula de Cinética Química no qual EPG, realiza uma discussão com os estudantes sobre os conceitos já estudados, necessários para a realização da atividade. A EPG ainda realizou alguns questionamentos para os estudantes a respeito do que poderia ser observado nas etapas do experimento, conforme pode ser evidenciado no Quadro 22.

Quadro22 - Episódio aspectos teóricos da aula de Cinética Química

Tempo	Transcrição	Episódio da aula	N. I
46:10 à 55:51	<p>EPG: Se essa reação demorasse duas horas para acontecer, a gente ia ficar aqui esperando as duas horas para acontecer?</p> <p>AL: Depende professora</p> <p>EPG: Depende</p> <p>EPG: Tudo depende da professora.</p> <p>PRD: Duas horas;</p> <p style="text-align: center;">(Conversas paralelas)</p> <p>EPG: Então, o que acontece. O iodato reage com o sulfito, formando o iodeto e o sulfato. Em meio ácido. Importantíssimo. Mas depois vocês podem falar: por que esse meio ácido é importante?</p> <p>O que vocês acham que vai influenciar esse meio ácido? Vão pensando aí.</p> <p>Continua em meio ácido, aí reage novamente e forma o iodo, depois esse iodo reage novamente formando o IO_3, que é o iodeto. <u>O iodeto na presença com o amido, o amido neste caso está fazendo o papel de indicador, vai formar um complexo azul, aí neste momento a gente finaliza a nossa reação</u>, mas, por que o meio ácido, que vocês acham?</p> <p>AL: eu iria falar que por conta dos íons.</p> <p>EPG: Por conta dos íons... vocês acham que esse meio ácido influencia em alguma coisa da reação? Por quê? Vamos lá gente, não precisa ficar com medo não.</p> <p>AL: Por conta do oxigênio e o iodo, para poder se ligar ao oxigênio, aí acho que ia entrar na oxidação e tal né.</p> <p>EPG: Aí, o que que isso ia acontecer na nossa reação? Ela ia ser? Deixa influência no tempo que a reação ia ocorrer?</p> <p>AL: Ela ia acontecer mais rápido.</p> <p>EPG: Mais rápido? Alguém acha mais rápido? Por quê?</p> <p>EPG: Então tá gente, a gente vai descobrir isso daqui um pouco também. Então gente, o que nós vamos fazer hoje né é....</p> <p>EPG: Em um tubo de ensaio, igual esse aqui ó, nós vamos colocar 10ml de sulfito, NaHSO_3, certo? E 10 gotas de amido. E no outro nós vamos colocar, no primeiro grupo aí está 9ml, mas aí a gente vai alterar esses valores conforme cada grupo, depois vou explicar o que cada grupo vai fazer, vou dar exemplo do primeiro.</p>	Aspectos teóricos / Questões durante a aula	C2

Fonte: Elaborado pela autora

Por meio do Quadro 22, percebe-se que embora EPG realize questionamentos aos estudantes, ela em muitos instantes não dá a oportunidade para eles responderem. Sendo assim, esse episódio da aula foi classificado em Nível de Investigação C2. É perceptível que ao realizar uma explicação acerca das etapas do experimento, EPG encaminha uma discussão para que os estudantes possam pensar e desenvolver seu raciocínio crítico a respeito do

conteúdo que está sendo ministrado, mas ainda, há uma certa dificuldade da EPG em dar oportunidades para que os estudantes tirem suas próprias conclusões, visto que ela já informa as transformações que irão ocorrer durante a realização da atividade, conforme demonstrado no grifo, o que descaracteriza uma atividade investigativa.

Após realizar as discussões com os estudantes a respeito das etapas do experimento, iniciou-se a realização da atividade. Esse episódio foi classificado como C3, visto que a atividade é realizada pelos estudantes por meio de um roteiro experimental, fornecido pelo professor. O Quadro 23, demonstra esse episódio de aula.

Quadro 23 - Episódio Realização do experimento da aula de Cinética Química

Tempo	Transcrição	Episódio da aula	N. I
117: 13 à 127:51	<p>EPG: 1,2,3 e, dispara o cronômetro.</p> <p>AL: Por enquanto já deu 1 minuto e 40.</p> <p>(Movimentações da turma para realizar fotografias, observação e diálogos acerca dos experimentos).</p> <p>AL: É que (a colega) colocou aqui, aí perguntei por que ela colocou, aí também não sei. Tem um motivo. É que amido demora mais que vinagre então se você esquentar ele solubiliza melhor, eu acho que é por isso.</p> <p>(Movimentações da turma para realizar fotografias, observação e diálogos acerca dos experimentos)</p> <p>EPG: Gente, quem já terminou pode começar de fazer as contas aí, tem muita conta para fazer.</p> <p>AL: é, me esqueci de fazer.</p> <p>EPG: É, nem tudo são flores.</p> <p>(Alunos colocam os resultados no quadro construindo a tabela)</p> <p>EPG: Gente, vamos voltar aqui agora. Nós vamos discutir agora as partes, do relatório, gráfico, cálculo e as conclusões que a gente vai tirar daqui e os conceitos que a gente precisa, está bem. Vamos prestar atenção aqui agora, depois continuem os cálculos. Bom. Vocês anotaram aqui os dados dos colegas. O que vocês concluíram disso aqui? Fundão aí, vem me contar. O que está aumentando?</p> <p>Suponho que uma vocês devam anotar o que fizeram hoje. Na aula de química experimental, continuem.... Os segundos vão aumentar, massa? Não sei, esqueci. Que conclusão vocês tiram disso aqui?</p> <p>AL: Quanto maior a concentração mais rápida a reação.</p> <p>EPG: Quanto maior a concentração mais rápida a reação. O que mais?</p>	Realização do Experimento	C3

Fonte: Elaborado pela autora

Por meio desse episódio, percebe-se que os estudantes completam as etapas do experimento e por meio dos resultados obtidos, eles têm a oportunidade de propor hipóteses para os fenômenos observados e os dados encontrados. De acordo com Miranda, Marcondes e Suart (2015, p. 557), para que uma atividade seja investigativa, o professor “deve direcionar os alunos a refletir, relatar, explicar, elaborar hipóteses, analisar os dados fornecidos, bem como estimular a sua curiosidade científica”, dessa maneira, podemos inferir que existe características investigativas ainda não foram tão exploradas.

No último episódio da aula, foi realizada a sistematização dos conhecimentos com os estudantes, ou seja, nesse instante, EPG e PRD2, sistematizam os resultados para propor

conclusões para a questão problema com os estudantes, conforme é demonstrado no Quadro 24.

Quadro 24 - Episódio Sistematização dos conhecimentos da aula de Cinética Química

Tempo	Transcrição	Episódio da aula	N.I
155:45 à 160:46	<p>EPG: Nós sabemos que concentração é igual número de Mols por volume. Qual é o número de mols?</p> <p>AL: Fran, posso te perguntar uma coisa?</p> <p>EPG: Pode.</p> <p>AL: Por que que, ali na conta na primeira conta você multiplicou e na segunda você dividiu? Ah tá entendi.</p> <p>EPG: Já, raciocinou. A gente pode voltar, não tem problema. Estamos aqui para aprender, podem perguntar. É a mesma forma, só que a gente só... Qual o volume do meu tubo de ensaio?</p> <p>AL: 10 mL</p> <p>EPG: 10 mL. 0,010, aqui mol, aqui em litro. Por quê? Porque passa tudo pra litro. Equilibra as medidas. Quanto que vai dar a concentração aqui? Todo mundo faz as contas porque na hora de fazer relatório, ok é em grupo, mas a prova é individual. Agora é o momento de vocês tirarem as dúvidas. Quando estiverem trabalhando lá o chefe na cabeça. É gente, o negócio é sério. Eu quero o negócio pronto, e aí o que vocês vão fazer?</p> <p>(...)</p> <p>EPG: Então, qual vai dar a velocidade do primeiro aqui. A concentração foi 0,014 e o tempo do primeiro foi quanto? 11 segundos. Dividido por 11. Quanto que vai dar o valor aqui?</p> <p>AL: mas de qual temperatura, do ambiente?</p> <p>EPG: Então, vamos chegar lá, a gente está falando da temperatura ambiente.</p> <p>Alunos: da conta dá 0,0013</p> <p>EPG: entenderam até aqui? Todo mundo entendeu? Sim? Todos os grupos entenderam? Aí vocês vão fazer isso para os 8 volumes que a gente fez, certo, depois de fazer isso vocês vão construir um gráfico, posso apagar o quadro?</p> <p>AL: Sim.</p> <p>(...)</p> <p>PRD 2: O próximo aí eu vou chamar de teoria das colisões. O que me diz a teoria das colisões? Alguém lembra aí? o nome diz alguma coisa?</p> <p>AL: precisa ocorrer umas colisões efetivas para que haja reação química.</p> <p>PRD 2: precisa ocorrer um contato afetivo, afinidade, para que minha reação possa acontecer. Mas o que essa teoria diz? Precisa de uma energia mínima para que essa reação aconteça. Então tá, precisa ter esse contato, mas não é qualquer contato, tem que ter uma posição espacial, entre uma molécula e outra, que faça com que esse contato exista e tenha essa afinidade e que seja efetivo naquele momento ali. Então por exemplo, eu</p>	Sistematização	N2

Continua

	<p>tenho o Iodo aqui, dois, aqui ligados, eu quero reagir com Hidrogênio, o H_2, beleza. Então tem aqui a moléculinha do Iodo e do Hidrogênio, beleza, então para isso aqui acontecer, vamos lá, não vou dizer que isso aqui foi efetivo e aqui não efetivo. Então pra isso acontecer, essa reação acontecer, não é de qualquer jeito que o hidrogênio tem que chegar no Iodo não, ou vice-versa, tem um jeito certinho, senão não acontece a reação. Vamos lá. Para ser efetivo o encontro tem que ser assim (faz no quadro) bonitinho, se esse encontro é desse jeito, eu vou ter lá minha molécula, na verdade duas, de HI sendo formada, beleza, encontrou bonitinho na posição certa, rendeu duas moléculas de HI. Agora, não é efetivo. O que pode acontecer com esse encontro? Não deu muito certo esse encontro, foi um negócio meio assim esse encontro, meio nas escuras, não foi um final feliz, o que aconteceu? Ninguém levou ninguém, não deu certo, beleza. Tem que ter um posicionamento correto para que a reação possa acontecer, teoria das colisões, beleza até aí?</p> <p>PRD 2: Eu tenho que ter uma energia mínima para isso acontecer. A gente chama de energia de ativação. Né. Tem que ter uma energia. Tem que alimentar o relacionamento, senão não vai pra frente. Então tem que ter energia. Então vamos lá, entender dessa energia de ativação aí. Como é que isso vai funcionar. Vamos representar graficamente isso aí. Aqui eu tenho caminho da reação, do encontro. E aqui eu tenho a energia. Eu vou chamar essa energia de entalpia, vou dar um nome para essa energia. Então essa energia eu vou chamar de entalpia. Beleza?! Então vamos lá. Eu tenho minha reação acontecendo aqui, eu tenho aqui óh os meus reagentes, o reagente 1 mais o 2, ok, tudo isso aqui aconteceu, houve afinidade, contato, efetivou e formou o produto. Tudo favorece para formar o produto. E esse produto está mais embaixo aqui, este está mais em cima, este está mais embaixo, deixa por mais pra baixo aqui. Beleza. E no outro caso, tinha lá os meus reagentes, no início do relacionamento, deu tudo certo também, só que o meu produto final foi parar lá em cima, beleza. Mudou um pouquinho. Está dando para acompanhar até aí?!</p> <p>AL: sim.</p> <p>PRD 2: Então tá.</p> <p>PRD 2: Ok. Então no primeiro caso, o produto está mais baixinho, e no segundo caso o produto está mais em cima. Eu falei que esse eixo aqui é energia, na forma de entalpia. E o que é entalpia? Alguém sabe?</p> <p>AL: se ela absorve libera calor.</p> <p>PRD 2: se ela absorve libera calor, tem a ver, entalpia tem haver sabe com o que? Calor por mol. Isso que é entalpia. E a quantidade de calor envolvida por Mol. Beleza. Como que é seu nome?</p> <p>AL: Estefani.</p> <p>PRD 2: Estefani falou é o calor que recebe ou doa. Então eu posso ter meu reagente 1 mais meu reagente 2 mais calores para formar meu produto P. Né. Nesse meio. Ganhei ele. Mas eu posso ter o caso de ter um reagente 1 mais reagente 2 formando um produto e o calor indo embora, então posso ter duas</p>	
--	---	--

	<p>situações, calor indo e o calor vindo. No primeiro caso, eu tenho o calor ajudando os meus reagentes a formarem produto. No segundo eu tenho calor liberado quando eu produzi o meu produto. Beleza. Então vamos ver aqui, se no primeiro caso eu precisar de calor, eu digo que essa reação é endotérmica ou exotérmica?</p> <p>AL: Endotérmica.</p> <p>PRD 2: Endotérmica. Ela quer, ela precisa, ela e endotérmica. A outra está liberando calor, ela vai ser?</p> <p>AL: Exotérmica.</p> <p>PRD 2: Exotérmica, vai embora, xô, exotérmica. Beleza?</p> <p>(...)</p>		
--	--	--	--

Termina

Fonte: Elaborado pela autora

Por meio da transcrição realizada, percebe-se que há um diálogo com os estudantes e a EPG e, ainda, a PRD2, realiza intervenções. Como pode-se perceber nas intervenções da PRD2, ela não dá tanta oportunidade para os estudantes participarem da aula. Acredita-se que seja por conta de sua pouca experiência com atividades investigativas e também pelo fato de muitos conceitos estarem sendo desenvolvidos naquele momento. E ainda é importante destacar que PRD2 utiliza de muitas metáforas para a explicação dos conceitos. Sabe-se que essa é uma estratégia muito utilizada pelos professores em sala de aula, no entanto, o uso desses termos podem gerar muitos obstáculos epistemológicos, o que são prejudiciais ao processo de ensino e aprendizagem (TRINDADE; NAGASHIMA; ANDRADE, 2019). Dessa maneira, esse episódio foi classificado em Nível de Investigação C2.

Para que a sistematização do conhecimento ocorra de maneira investigativa, é necessário que, por meio dos resultados obtidos, haja um confronto das ideias iniciais e finais dos estudantes e, ainda, que eles possam elaborar hipóteses e construir uma possível conclusão para a situação problema proposta (SUART, 2016). Ainda, por meio da transcrição da aula ministrada, percebe-se que a questão problema não foi retomada e discutida no final da aula, portanto, não contemplando os pressupostos para ser considerada uma atividade investigativa.

Por meio da análise da aula transcrita, pode-se inferir que a aula teve características de uma atividade experimental investigativa no episódio realização do experimento, mas, nos demais momentos, há evidências investigativas, pouco exploradas pelas professoras. No entanto, é necessário repensar a maneira pela qual e quais conceitos devem ser construídos, visto que o excesso deles e a maneira como são abordados, podem influenciar negativamente na construção dos conhecimentos dos estudantes (NICOLA; PANIZ, 2017).

5.6 Classificação das perguntas propostas no roteiro experimental e das respostas dos estudantes de acordo com o seu Nível de Cognição

De acordo com o que foi exposto anteriormente, para iniciar a aula, um roteiro experimental foi entregue a cada um dos grupos. Eles continham questões para que os estudantes respondessem, por escrito, de acordo com cada etapa da aula.

Como apenas dois grupos responderam por escrito as questões propostas, optou-se por apresentar os níveis de cognição das perguntas e respostas dos dois grupos em cada um dos momentos da aula, que são: questões prévias, questão problema, questão durante a aula, questões pós e releitura da questão problema.

O Quadro 25, mostra a análise em níveis de cognição das perguntas e respostas das questões iniciais, apresentadas no roteiro.

Quadro 25: Nível de Cognição das perguntas e respostas das questões iniciais para a aula de Cinética Química

Questões iniciais	Nível de Cognição
1) O que vocês sabem a respeito de cinética química?	P1
<i>G6: Diz sobre a velocidade das reações. E também os fatores que influenciam a velocidade das mesmas.</i>	N2
<i>G7: É a velocidade da reação.</i>	N2
2) Por que a cinética Química é importante?	P2
<i>G6: Porque diz respeito diretamente ao controle das reações. Saber qual a cinética das mesma e utilizar de fatores para acelerar e desacelerar.</i>	N3
<i>G7: Para saber a que velocidade o produto se forma.</i>	N2
3) Onde a cinética química está presente?	P1
<i>G6: Fertilizantes, reações orgânicas que liberam gases, reações dentro dos organismos vivos.</i>	N2
<i>G7: Na formação de produtos e consumo de reagentes.</i>	N2
4) O que pode influenciar a velocidade de uma reação?	P1
<i>G6: Pressão, temperatura, concentração, catalizadores etc.</i>	N3
<i>G7: Pressão, temperatura, volume, concentração e catalizadores.</i>	N3
5) Qual a importância da pressão em uma reação química?	P3
<i>G6: Ela altera diretamente as condições de reação.</i>	N2
<i>G7: Pois quanto maior a pressão, maior vai ser a interação entre as moléculas.</i>	N3
6) Qual a importância da temperatura em uma reação química?	P3
<i>G6: Aumenta a vibração molecular, favorecendo as colisões efetivas, contribuindo, muitas vezes, para acelerar as reações. Além de que cada reação é mais eficiente em uma T.</i>	N3
<i>G7: A temperatura influencia na agitação de moléculas.</i>	N2

Fonte: Elaborado pela autora

Por meio da análise do Quadro 25, percebe-se que das seis questões apresentadas, três foram classificadas em Nível de Cognição P1; uma em P2 e duas em P3. A questão 1 foi classificada no Nível de Cognição P1, pois apenas requeria dos estudantes recordarem informações já conhecidas por eles. Questões de baixa ordem cognitiva, são importantes para que os estudantes possam expor seus conhecimentos a respeito do conteúdo a ser estudado (SUART; MARCONDES, 2009)

Ao analisar as respostas dos grupos, percebe-se que eles responderam corretamente, no entanto, não identificam variáveis, não estabelecem processos de controle para a seleção das informações. Dessa maneira, as respostas foram classificadas no Nível de Cognição N2. A classificação das respostas é condizente com o momento da aula e, também, com o nível de cognição da pergunta, pois, no início da aula, é essencial que o aluno possa participar, expondo suas ideias, e se o professor apresentar questões que exigem muito dos estudantes, eles podem ficar apreensivos pelo medo de errar e não participar de maneira ativa da aula (GAUTHIER et al, 2006).

A questão 2 teve classificação P2, pois solicita desenvolvimento de algumas habilidades cognitivas, como por exemplo, sequenciar, comparar, aplicar leis e conceitos para a resolução do problema. Por meio da análise das respostas dos grupos, Quadro 25, percebe-se que os integrantes do G6 explicaram a questão utilizando conceitos já conhecidos ou lembrados, selecionaram informações e identificaram variáveis, como por exemplo quando eles descrevem: “(...) *utilizar de fatores para acelerar e desacelerar.*”. Dessa maneira, a resposta desse grupo foi classificada em N3. De acordo com Suart e Marcondes (2009), quando uma resposta é classificada em nível N3, existe possibilidade para uma possível evolução para a manifestação de habilidades de ordens mais altas, pois eles começam a estabelecer processos de controle para a resolução do problema apresentado.

A questão número 3 teve classificação P1, pois apenas solicitava que os estudantes mencionassem conhecimentos cotidianos durante a elaboração de suas respostas. Conforme já descrito, no momento introdutório da aula, é importante que sejam apresentadas questões de níveis cognitivos menores, uma vez que objetiva-se conhecer as ideias prévias dos estudantes. É importante destacar que, identificar as ideias prévias dos estudantes, é uma das ações essenciais de propostas e estratégias baseadas na perspectiva do Ensino por Investigação, já que a construção dos novos conceitos acontece a partir dos conceitos que eles já apresentam (MELLADO, 1998).

Através das respostas, é observado que os estudantes compreenderam o que estava sendo buscado, descrevendo as situações em que a cinética química está presente em seu cotidiano. Dessa maneira, as respostas foram classificadas no Nível de Cognição N2.

Já a questão 4, requeria dos estudantes, descreverem o que poderia influenciar a velocidade de uma reação. Essa questão teve classificação P1, pois os estudantes deveriam

descrever conceitos já conhecidos. Analisando as respostas, ambos os grupos descreveram corretamente esses fatores, sendo então as respostas classificadas como N2.

As questões 5 e 6 tinham o mesmo objetivo, ou seja, que os estudantes descrevessem como os fatores, temperatura e pressão, influenciavam na velocidade de uma reação química. Essas questões exigiram que os estudantes propusessem hipóteses e, dessa maneira, foram classificadas em P3. Ao analisar as respostas dos grupos para as duas questões, percebe-se que para a questão 5, o G6 apenas descreve que irá alterar as condições da reação, e na questão 6, eles explicam como acontece essa influência. Já com o G7, ocorre exatamente ao contrário. Na questão 5 eles descrevem como essa interação modifica as condições da reação e na questão 6 apenas citam a influência. Dessa maneira, as respostas para a questão 5 foram classificadas em nível N2, para o G6; em nível N3, para G7, e a questão 6 em nível N3 para o G6 e N2 para G7. Conforme é apresentado no Quadro 25.

Ao realizar uma análise geral do Quadro 25, pode-se inferir que as questões propostas estão adequadas para o momento da aula, uma vez que foram apresentadas questões tanto de baixa quanto de alta ordem cognitiva. Dessa maneira, além de conhecer as ideias prévias dos alunos, eles ainda tiveram a oportunidade de elaborar hipóteses e relacionar o conceito a ser estudado com seu cotidiano, sendo um fator extremamente relevante, pois contribui para aprendizagem desses alunos. E ainda, o conhecimento do professor sobre as ideias prévias dos estudantes é importante para que haja uma discussão bem delineada antes, durante e após a realização da atividade, o que inclui, sobretudo, a participação ativa dos alunos nas atividades e discussões realizadas (FREIRE, 2021).

A questão problema apresentada aos alunos, solicitava que eles descrevessem o que deveria ser controlado para que a produção de Amônia (NH_3) tivesse bom rendimento. O Quadro 26 descreve a questão problema, bem como as respostas obtidas.

Quadro 26 - Nível de Cognição da Questão Problema – Aula Cinética Química

Questão Problema	Nível de Cognição
(...) Quais parâmetros devem ser considerados em uma reação química, para que esta reação ocorra em um tempo adequado para se obter um produto desejado? Justifique sua resposta.	P2
<i>G6: Pressão, temperatura e concentração. Utilizando desses parâmetros indicados também graficamente, pode-se controlar melhor a qualidade do produto final e a velocidade da reação</i>	N3
<i>G7: Deve-se considerar pressão, temperatura e concentração, pois esses influenciam na velocidade da formação do NH_3.</i>	N3

Fonte: Elaborado pela autora

A questão problema requer que os estudantes, ao lerem a contextualização apresentada, possam sequenciar, comparar e aplicar leis e conceitos para resolver a questão apresentada. Dessa maneira, essa questão foi classificada no Nível de Cognição P2. Já as respostas foram classificadas em N3, pois os estudantes reconheceram o que estava sendo buscado, entretanto, explicando apenas os conceitos conhecidos, identificando as variáveis, mas podendo não compreender seus significados conceituais.

De acordo com Azevedo (2016), o problema deve estimular a curiosidade científica do estudante e a resolução de problemas deve estar fundamentada na ação do aluno, ou seja, durante a atividade experimental, é importante que o estudante tenha suporte conceitual suficiente para a tomada de decisões, e que, ao final da atividade, ele possa solucionar o problema proposto.

Durante a aula, para ser respondido por escrito, foi proposta uma questão, onde os estudantes deveriam propor hipóteses sobre a velocidade da reação química quando submetida a um aumento de temperatura. A questão e as respostas dos grupos estão apresentadas no Quadro 27.

Quadro 27 - Nível de Cognição da Questão durante a aula – Aula Cinética Química

Questão durante a aula	Nível de Cognição
8) A velocidade da reação em temperatura de 50° será maior, menor ou igual a velocidade na temperatura ambiente? Justifique.	P3
<i>G6: Maior, visto que aumenta a agitação das moléculas, aumenta as colisões efetivas e favorece a reação acontecer.</i>	N3
<i>G7: A velocidade será maior que a temperatura ambiente, a reação reagirá em menor tempo.</i>	N2

Fonte: Elaborado pela autora

Nessa etapa, os estudantes não haviam realizado a parte experimental, apenas os cálculos necessários para conhecer a concentração inicial de Iodato de Potássio (KIO_3). Sendo assim, a questão foi classificada em Nível de Cognição P3, pois os estudantes deveriam realizar inferências apenas com seus conhecimentos existentes e com as discussões realizadas até aquele instante da aula. De acordo com o Quadro 26, pode-se evidenciar que as respostas foram classificadas em Nível de Cognição N2 para G7, e N3 para G6. Ou seja, os grupos compreenderam o que estava sendo questionado. No entanto, ao analisar a resposta do G6, é evidenciado que os estudantes utilizam conceitos científicos, o mesmo não acontece com G7.

As Questões pós tiveram por objetivo sistematizar o conhecimento dos estudantes, nas quais, através da atividade realizada, eles deveriam elaborar conclusões e explicações para os fenômenos observados. Nessa etapa da atividade experimental, espera-se que haja maiores habilidades cognitivas apresentadas, visto que os estudantes já tiveram a oportunidade de construir seu próprio conhecimento. O Quadro 28, mostra as questões e as respostas dos grupos.

Quadro 28 - Nível de Cognição das questões pós – Aula de Cinética Química

Questões pós	Nível de Cognição
9) O que é cinética química?	P1
<i>G6: Estudo da velocidade de reação e seus fatores.</i>	N2
<i>G7: É o estudo da rapidez das reações químicas bem como os fatores que a influenciam.</i>	N2
10) Por que é necessário estudar a velocidade de uma reação química?	P3
<i>G6: Para haver controle de uma reação, para que ela não seja violenta, ou que não haja fatores que afetam negativamente sua ocorrência.</i>	N3
<i>G7: Porque é possível encontrar meios de controlar o tempo de desenvolvimento das reações, fazendo elas se desenvolver mais lentas ou mais rápidas.</i>	N3
11) Quais fatores afetam a velocidade de uma reação química?	P2
<i>G6: Pressão, temperatura, volume, catalisador, superfície de contato, erro humano.</i>	N3
<i>G7: Temperatura, concentração, pressão, superfície de contato, catalisador.</i>	N3
12) Como cada um desses fatores influencia na velocidade da reação?	P3
<i>G6: Aproximando ou afastando as moléculas, agitando ou “estacionando”, favorecendo ou desfavorecendo as colisões efetivas.</i>	N3
<i>G7: Concentração: um aumento na concentração, acelera a reação. Pressão: aumento da pressão aumenta a rapidez da reação. Catalisador: catalisadores específicos pode acelerar as reações.</i>	N4

Fonte: Elaborado pela autora

Das quatro questões apresentadas nesse momento, duas delas (questão 11 e 12), são idênticas às questões iniciais. Dessa maneira será possível realizar uma comparação entre as habilidades cognitivas apresentadas pelos estudantes, antes e após a realização do experimento. A questão 9, uma pergunta conceitual, foi classificada no Nível de Cognição P1, pelo fato de que os estudantes apenas iriam descrever uma informação, a definição de cinética química. Dessa maneira, as respostas dos grupos foram classificadas em Nível de Cognição N2, onde os estudantes identificam e descrevem o que está sendo buscado.

A questão 10 requeria dos estudantes descreverem a importância de se estudar a velocidade das reações químicas. Por meio dessa questão, os estudantes deveriam propor hipóteses, comparar situações, avaliar as condições para elaborar suas conclusões. Sendo assim, essa questão foi classificada em Nível de Cognição P3. Por meio do Quadro 28, é possível perceber que as repostas de ambos os grupos foram classificadas em Nível de Cognição N3. Embora tenham compreendido o que estava sendo perguntado, identificando as variáveis e estabelecendo processos de controle para a seleção de informações, ao mesmo tempo, os estudantes explicam a questão utilizando ideias não fundamentadas, baseando suas respostas apenas no senso comum, não justificando suas ideias.

Conforme já mencionado anteriormente, as questões 11 e 12 são as mesmas questões 5 e 6 propostas no início da aula e suas classificações, P2 e P3, permanecem as mesmas, respectivamente. Ao retomar o Quadro 24, no momento inicial da aula, verifica-se que para essas questões foram manifestadas respostas classificadas em N2 e N3. No entanto, ao analisar o Quadro 28, já ao final da aula, percebe-se que para essas questões foram manifestadas respostas classificadas em Nível de Cognição N3 e N4. As duas questões apresentadas exigiram a mesma demanda cognitiva pelos alunos, embora em um primeiro momento eles não tenham descrito informações relevantes para as questões propostas. As aulas ministradas por EPG, podem ter possibilitado a compreensão dos conceitos estudados, auxiliando na elaboração de hipóteses e em respostas mais elaboradas para as perguntas solicitadas. Desta forma, pode-se considerar que atividades elaboradas com características investigativas, podem auxiliar o professor a conduzir sua aula de maneira mais investigativa, e os estudantes, além de compreenderem o conceito, evoluir suas concepções iniciais, manifestando habilidades superiores.

O mesmo pode ser percebido na releitura da questão problema. O Quadro 26 mostra que no primeiro momento, as respostas dos estudantes para a questão problema foram classificadas em Nível de Cognição N3. No entanto, ao analisar as respostas dos estudantes após a realização da atividade, percebe-se uma evolução, das respostas, onde foram classificadas em Níveis de Cognição N3 e N4, conforme descrito a seguir:

“G6: Deve-se observar, primeiro a natureza da reação. Verifica-se se há compatibilidade, se é viável e se é possível realizar a reação. Caso tudo positivo, deve-se verificar as condições para melhor ocorrer a reação. Temperatura adequada, pressão,

volume, superfície de contato... de modo a fazer que a reação ocorra mais efetivamente e com mais produtividade e segurança” – N4

“G7: Pressão deve ser controlada para não acelerar muito a reação. Temperatura: a concentração deve ser equilibrada também.” – N3

Por meio dessas respostas, evidencia-se que os estudantes conseguiram compreender a importância, os fatores e ainda as condições que uma reação química necessita para ocorrer de maneira eficaz e segura. Ainda é importante salientar que, muitas das vezes, os estudantes não conseguem expor e organizar suas ideias por meio da escrita, visto que essa habilidade, demanda um esforço cognitivo muito grande por parte dos alunos (RIVARD; STRAW, 2000).

Ao realizar uma análise geral do roteiro elaborado, a aula ministrada e as respostas escritas dos estudantes, observa-se que os estudantes progrediram do momento inicial da aula para o final. Embora os resultados nos demonstrem aspectos favoráveis em relação a aula ministrada por meio do roteiro elaborado, para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, não é possível afirmar que tais habilidades ultrapassaram o contexto de sala de aula.

5.7 Relações entre os Níveis de Investigação e os Níveis de Cognição

Nesta seção, será apresentado uma análise das relações entre os Níveis de Investigação e de Cognição das aulas elaboradas e ministradas pela estudante de pós-graduação. Como já foi realizada uma discussão detalhada de cada um dos elementos pedagógicos que são considerados essenciais em uma atividade para ser considerada investigativa, optou-se por fazer uma comparação de apenas três desses elementos, baseados na abordagem dos Três Momentos Pedagógicos, descritos por Delizoicov e Angotti (1991), que são: Problematização inicial, Organização do conhecimento, aqui denominado questões durante a aula e, Aplicação do conhecimento, aqui denominado como sistematização.

Ainda é importante lembrar que, a aula na qual foram desenvolvidos os conceitos de Preparação de Soluções e Diluição, foram obtidas respostas de cinco grupos e que, durante a aula, foram propostas 13 questões para serem respondidas por escrito, sendo analisadas 65 respostas de acordo com os Níveis de Cognição. Já a aula na qual foram desenvolvidos os conceitos de Cinética Química, apenas dois grupos responderam às questões propostas e na sistematização, foram propostas quatro questões. O Quadro 29 demonstra uma comparação dos Níveis de Investigação do roteiro proposto e das aulas ministradas, bem como os Níveis de Cognição das perguntas e das respostas escritas pelos estudantes, onde serão descritos os

Níveis de Cognição e a quantidade de perguntas e respostas que foram classificadas em cada um desses níveis.

Quadro 29 - Relação entre os Níveis de Investigação e os Níveis de Cognição das aulas

		N.I roteiro	N.I aula	N.C pergunta	N.C respostas
Preparação de Soluções e Diluição	Questão problema	C3	C3	P3	N2
	Questões durante a aula	C3	C3 / C2	P1 - 6 P2 - 1 P3 - 6	N1 – 26 N2 – 26 N3 – 11 N4 - 2
	Sistematização	C3	C3	P3 - 1	N2 - 4 N4 - 1
Cinética Química	Questão problema	C4	-	P2 - 1	N3 - 2
	Questões durante a aula	C2	C2/C3	P3 - 1	N2 - 1 N3 - 1
	Sistematização	C2/C3	C2	P1 - 1 P2 - 1 P3 - 2	N2 - 2 N3 – 5 N4 - 1

Fonte: Elaborado pela autora

Ao realizar uma análise geral das aulas ministradas, pode-se perceber que elas foram consideradas investigativas e que os estudantes manifestaram habilidades cognitivas de baixa e de alta ordem.

No Quadro 29, é demonstrado que para desenvolver o conceito de Preparo de Soluções e Diluição, considerando os três elementos pedagógicos, tanto o roteiro planejado quanto a aula ministrada tiveram classificação C3, ou seja, por meio do que foi planejado, ou realizado durante as aulas também foi alcançado, e os alunos tiveram a oportunidade de elaborar hipóteses, inferências, avaliar as condições e, assim, formular suas conclusões.

Uma pesquisa realizada por Montanini, Miranda e Carvalho (2018), relata que atividades investigativas, além de contribuírem para a aprendizagem dos conceitos, também aprimoram a escrita e a oralidade, ou seja, emolduram a comunicação da linguagem oral argumentativa, favorecendo a apropriação do saber científico, que possibilitam habilidades

relacionadas ao trabalho em grupos, melhorando a interação professor-aluno e as interações sociais para a construção da autonomia em sala de aula. Ainda de acordo com os autores:

... não basta o professor saber, é preciso saber fazer com que o aluno aprenda a argumentar, a reconhecer afirmações contraditórias, refletir sobre seus pensamentos, reformulá-los, tomar decisões coletivas, expor suas ideias, ou seja, propor um ambiente encorajador que transmita segurança e envolvimento com as práticas científicas. (MONTANINI; MIRANDA; CARVALHO, 2018, p. 294).

Nesse sentido, a aula planejada e ministrada, parecem ter contribuído de forma significativa para os alunos, pois algumas habilidades cognitivas, manifestadas ao final da aula, foram maiores, quando comparadas com o momento inicial.

O mesmo não pode ser considerado para as aulas na qual os conceitos de Cinética Química foram desenvolvidos, pois, houve uma diferença entre o que foi planejado no roteiro e a maneira como a aula foi ministrada. Muitos obstáculos epistemológicos foram observados, o que pode influenciar de maneira prejudicial na aprendizagem dos estudantes. Ainda, diversos fatores podem ser considerados para justificar essa diferença nas aulas, dentre eles as interferências da professora responsável pela disciplina, a qual também não apresentava conhecimentos relacionado a abordagem do ensino por investigação. No entanto, seria necessário buscar novos objetos de pesquisa, para investigar essa inferência, o que extrapola esta pesquisa.

Ainda, as questões propostas no roteiro experimental, inclusive a questão problema, não demandaram de forma enaltecadora a manifestação de habilidades de alta ordem pelos estudantes, embora classificada em elevado nível de cognição. Isso poderia justificar os baixos níveis cognitivos das respostas obtidas. Ainda que se tenha estabelecido conexão do conteúdo de cinética química com os assuntos relacionados a história da ciência, por meio de uma questão problema que relatasse a síntese da amônia, a questão de investigação não exigiu que os estudantes construíssem seus conhecimentos através da atividade realizada.

Dessa maneira, mesmo estando inserida a um tempo significativo em um ambiente investigativo, EPG ainda apresentou dificuldades para elaborar uma questão problema que exigisse mais dos estudantes, e isso pode ser justificado pela falta de articulação entre a teoria e a prática no ensino de química, o que pode ser prejudicial para o processo de ensino-aprendizagem no ensino de ciências (SILVA; PAIVA, 2019)

Outro fator que deve ser considerado foi o fato de as professoras responsáveis por ministrarem a disciplina, terem realizado interferências no decorrer da aula. Por meio das

transcrições das aulas, foi possível perceber que ao realizarem as intervenções, as professoras, ofereceram poucas oportunidades para que os estudantes participassem da aula, e ainda, as professoras, expuseram conceitos pelos quais os estudantes deveriam construir no decorrer da atividade, descaracterizando assim, a atividade investigativa.

Sendo assim, embora sejam necessárias adequações, por meio dos roteiros elaborados e das aulas ministradas, foi possível estabelecer relações em sala de aula entre os alunos e os conteúdos estudados, favorecendo a aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo (PICELLI, 2008).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa buscou investigar quais as contribuições de dois roteiros experimentais, bem como de aulas ministradas na perspectiva do Ensino por Investigação, para a manifestação de Habilidades Cognitivas pelos estudantes dos cursos de graduação em Química da UFLA.

Para atingir os objetivos propostos, uma estudante de pós-graduação elaborou roteiros e ministrou duas aulas baseadas na perspectiva da abordagem do Ensino por Investigação para desenvolver os conceitos de Preparação de Soluções e Diluição e Cinética Química.

Por meio dos resultados obtidos, pode-se inferir que os roteiros experimentais e as aulas ministradas na perspectiva da abordagem de ensino por investigação, proporcionaram aos alunos, envolverem-se com as investigações e discussões que foram propostas, e que a abordagem utilizada colaborou para a promoção de Habilidades Cognitivas.

Ainda, por meio das questões propostas nos roteiros, os estudantes tiveram a oportunidade de se envolver com as investigações e discussões. Foi constatado que, quanto maior o nível de exigência cognitiva das perguntas propostas maior será a contribuição para que os alunos apresentem respostas com maiores Níveis de Cognição, formulando hipóteses, fazendo inferências e comparando dados.

Ao analisar as duas aulas ministradas, pode-se perceber que em ambas, as professoras responsáveis realizaram interferências. Essas interferências não trouxeram resultados satisfatórios, pois descaracterizaram a abordagem investigativa e ainda contribuíram para a manifestação de muitos obstáculos epistemológicos, que podem fazer com que os estudantes desenvolvam concepções errôneas sobre os conceitos estudados. Sendo assim, para amenizar essas dificuldades encontradas, defende-se que haja uma mudança na estrutura dos cursos de graduação, para que as componentes curriculares, sejam elas teóricas ou práticas, possam ser desenvolvidas por meio de diferentes estratégias didáticas, e que considerem os estudantes, os construtores de seus próprios conhecimentos (OLIVEROS, 2013).

Embora ainda sejam evidenciadas adequações necessárias nos roteiros experimentais, como uma questão problema que exigisse mais cognitivamente dos estudantes, a proposta se tornou enriquecedora, uma vez que, por meio das questões problema apresentadas baseadas na realidade, possibilitaram aos estudantes romperem os limites de um processo de aprendizagem centrado apenas nos conceitos científicos, possibilitando, assim, a participação ativa dos alunos durante a aula.

Ainda, é necessário que seja repensado o tempo das aulas para a ministração dos conteúdos, visto que uma atividade investigativa demanda tempo. Dessa maneira, percebemos que as discussões realizadas na sistematização do conhecimento ocorreram de maneira rápida e sucinta. Sendo assim, os estudantes tiveram pouco tempo para elaborar e explanar suas conclusões.

Nesse sentido, infere-se que a proposta realizada por EPG, atingiu seus objetivos e, ainda, por meio da pesquisa realizada e com base nos dados obtidos, foi possível realizar um estudo teórico/prático acerca do conceitos e conhecimentos que os estudantes apresentam ao ingressar no Ensino Superior. É perceptível a limitação dos conteúdos que os alunos apresentam em relação a disciplina de química. É fundamental que os professores formadores, durante suas aulas, recorram aos mais diversos recursos pedagógicos, tais como vídeos, experimentos, simuladores, entre outros, para tentar superar as lacunas existentes.

Dessa forma, atividades investigativas necessitam estar presentes nos currículos educacionais, tanto na educação básica quanto no ensino superior, uma vez que, por meio do Ensino por Investigação é possível que Habilidades Cognitivas sejam manifestadas pelos estudantes. Assim, novas condições favoráveis à aprendizagem são discutidas em prol de uma educação com maior autonomia por parte dos alunos, para que se tornem mais participativos, críticos, reflexivos e ativos na sociedade que são pertencentes.

Ainda é importante destacar que, uma das delimitações da pesquisa, foi a pouca quantidade de suporte teórico para a validação dos dados. Poucos estudos foram encontrados relacionados a atividades práticas na abordagem do Ensino por Investigação no Ensino Superior. Nesse sentido, acreditamos que essa pesquisa muito contribuirá para os pesquisadores e, também, para os coordenadores e professores dos cursos de formação, a fim de que possam repensar suas práticas e possibilitar melhorias nos cursos, para que os profissionais formados possam exercer sua carreira de forma a construir uma sociedade mais crítica.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, G. T.B.de. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 13, n. 1, p. 121-138, 2011.
- ARAGÜÉS, A.; GIL QUÍLEZ, M. J.; GÁNDARA, M. de la. Análisis del papel de los maestros en el desarrollo de actividades de indagación en el prácticum de primaria. **Didáctica de las ciencias experimentales y sociales**, 28, 135–151 2014.
- AZEVEDO M. C. P. S. Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (org.), **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Thomson, 2016, cap. 2, p. 19-33.
- AZEVEDO, M. C. P. S. de. **Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de aula**. In: Carvalho, A. M. P. de (org); NASCIMENTO, V. B. do; CAPECCHI, M. C. de M. ; VANNUCHI, A. I., CASTRO,R. S. de; PIETROCOLA, M.; VIANNA, D. M. ; ARAÚJO, R. S. **Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo-SP: Cengage Learning, 2009.
- BAPTISTA, M. L. M. **Concepção e implementação de atividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino básico**. 2010. 561f. 2012. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Educação–Didáctica das Ciências) -Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2010.
- BARBERÁ, O.; VALDÉS, P.El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. **Enseñanza de las Ciencias**, 14 (3), p. 365-379, 1996.
- BARCELLOS, L.S.; COELHO, G. R; SILVA, M. do A. J.,. O ensino de ciências por investigação nos anos iniciais do ensino fundamental: problematizando o desenvolvimento de atividades investigativas em uma oficina em um curso de pedagogia. **Revista Experiências em Ensino de Ciências** V.14, n.2. p. 29-48, 2019.
- BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciência e Educação**, v.20, n. 3, p. 579-593, 2014.
- BINSFELD, S. C.; AUTH, M. A. A experimentação no ensino de ciências da educação básica: constatações e desafios. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, p. 1-10, 2011.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Ensino Fundamental. Brasília: Secretaria de Educação Básica. 2017.
- BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília: Secretaria de Educação Básica. 2013.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica – Brasília, Ministério da Educação, 1999.

BRASIL. **PCNs+ orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias: Ensino Médio**. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica – Brasília, Ministério da Educação, 2002a. 144 p

BRASIL. **Resolução CEB/CNE nº 3, de 26 de junho de 1998**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília, 26 de junho de 1998.

BYBEE, R. W **Achieving scientific literacy from purposes to practice**. Portsmouth, NH: Heinemann, 1997.

CACHAPUZ, A. F.; PRAIA, J. F.; JORGE, M.. Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. **Ciência & educação**, v. 10, n. 3, p. 363-381, 2004.

CACHAPUZ, A., GIL-PÉREZ, D., CARVALHO, A. M. P., PRAIA, J.; VILCHES, A. (orgs). **A Necessária Renovação do Ensino de Ciências**, São Paulo, Cortez, 2005, 263 p.

CARDOSO, M. J.C.; SCARPA, D. L.. O que dizem professores em formação inicial sobre questões e problemas de investigação? **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** –Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN – 25 a 28 de junho de 2019

CARVALHO, A. M. P de et al. Ensino de física. **São Paulo: Cengage Learning**, 2010.

CARVALHO, A. M. P. Critérios estruturantes para o ensino das ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

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

CREMASCO, C. et al. A experimentação pelo olhar de graduandos em Química: relações com o contexto formativo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 2, p. 313-331, 2020.

DEBOER, G. E. Historical perspectives on inquiry teaching in schools. In: **Scientific inquiry and nature of science**. Springer, Dordrecht, 2006. p. 17-35.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. Física: formação geral. São Paulo: Cortez, 1991.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia no ensino de ciências**. 2ª edição. São Paulo: Cortez, 1994.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 2ª Ed. São Paulo: Cortez, 2007, 366p.

FABRIS, F. M. O.; JUSTINA, L. A. D. O ensino de ciências pela investigação, questionando é que se aprende! Estratégias didáticas para o ensino das ondas eletromagnéticas com enfoque na tecnologia do telefone celular e a saúde humana. In: Os desafios da escola pública Paranaense na perspectiva do professor PDE. **Governo do Estado do Paraná**. 2016

FERNANDES, D.; RODRIGUES, P; NUNES, C. Uma investigação em ensino, avaliação e aprendizagens no ensino superior. In C. Leite e M. Zabalza (cords.), **Ensino superior: Inovação e qualidade na docência**, pp. 932 - 944. 2012

FREIRE, A. Reformas curriculares em ciências e o ensino por investigação. In: **Atas do XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências**, Castelo-Branco. p.105. 2009.

FREIRE, E. E. E. et al. Transcendência dos conhecimentos prévios no processo de ensino-aprendizagem. **Sociedad & Tecnología**, v. 4, n. 2, p. 235-247, 2021.

FREITAS, W. P. S; et al. Experimentação Investigativa: Possibilidades e limitações ao se trabalhar com estudantes EJA. **8º ENEPE e 5º EPEX, 2014**. Dourados: UFGD e UEMS, 2014.

GALIAZZI, M.do C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica das atividades experimentais: pesquisa em um curso de licenciatura em química. **Química Nova**, v. 27, n. 2, pág. 326-331, 2004.

GAUTHIER, C. et al. **Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente**. 2ª ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2006.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química nova na escola**, v. 10, n. 10, p. 43-49, 1999.

GONDIM, M. S. C.; MÓL, G. S. Experimentos investigativos em laboratório de química fundamental. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 6., 2007, Florianópolis. **Anais [...]** Florianópolis: Abrapec, 2007.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química nova na escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

HODSON, D. Teaching and Learning Chemistry in the Laboratory: A Critical Look at the Research. **Educación Química**, 16(1), p.30-38, 2005.

KASSEBOEHMER, A. C.; FERREIRA, L. H. Elaboração de hipóteses em atividades investigativas em aulas teóricas de Química por estudantes de ensino médio. **Química nova na escola**, v. 35, n. 3, p. 158-165, 2013.

LEWIN, A.M.F. e LOMÁSCOLO, T.M.M. Lá metodología científica em la construcción de conocimientos. **Enseñanza de las ciências**, 20 (2), p. 147-1510, 1998

LIMA, J. de F. L. et al. A contextualização no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, v. 11, n. 11, p. 26-29, 2000.

LIMA, J. O. G. Do período colonial aos nossos dias: uma breve história do Ensino de Química no Brasil. **Revista Espaço Acadêmico**, n. 140, p. 71-79, jan, 2013.

MACHADO, P.F.L.; MÓL, G.de S. Experimentando Química com Segurança. **Química Nova na Escola**, n.27, p.57-60, 2008.

MALDANER, O.A. **A Formação Inicial e Continuada de Professores de Química: Professores/Pesquisadores**. Ijuí/RS: Ed. Unijuí, 2000.

MEDEIROS, J. G. T.de; SILVA, L.C.dos S. O ensino por investigação em aulas de química como propulsor para o desenvolvimento de práticas epistêmicas. **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** –Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN – 25 a 28 de junho de 2019.

MELLADO, V. The classroom practice of preservice teachers and their conceptions of teaching and learning science. **Science Education**, v. 82, p. 97-214, 1998.

MENEZES, J. M. dos S.. **Atividades experimentais investigativas no ensino de propriedades coligativas: possibilidades para aprender significativamente**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Amazonas. 2018.

MIRANDA, M. de S; MARCONDES, M. E. R.; SUART, R. de C. Promovendo a alfabetização científica por meio de ensino investigativo no ensino médio de química: contribuições para a formação inicial docente. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. 3, p. 555-583, 2015.

MONTANINI, S. M. P.; MIRANDA, S. do C. de; CARVALHO, P. S. de. O ensino de ciências por investigação: abordagem em publicações recentes. **Rev. Sapiência**, v. 7, n. 2, p. 288-304, 2018.

MORAES, R. O significado da experimentação numa abordagem construtivista: o caso do ensino de Ciências. In: BORGES, R.; MORAES, R. **Educação em Ciências nas Séries Iniciais**. Porto Alegre: Sagra-Luzatto, 1998, p. 29-45.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro " Física". **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.

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

NICOLA, J. A.; PANIZ, . M.. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no Ensino de Ciências e Biologia. **InFor**, v. 2, n. 1, p. 355-381, 2017.

NUNES, C. M.; CUNHA, M. A. Relatos autobiográficos como estratégia de formação continuada para a docência: um estudo de caso. **Movimento-revista de educação**, n. 14. 2009

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

OLIVEIRA, R. C. **Química e Cidadania: uma abordagem a partir do desenvolvimento de atividades experimentais investigativas**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de São Carlos, 2009.

OLIVEROS, P. B. **Ensino por investigação: contribuições de um curso de formação continuada para a prática de professores de ciências naturais e biologia**. 2013. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

PEME -ARANEGA, C.; et al. Lainteracción entre concepciones y la práctica de una profesora de Física de nível secundário: Estudio longitudinal de desarrollo profesional basado em el proceso de reflexión orientada colaborativa. **Revista de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 1, p. 283-303, 2009.

PICELLI, Z. L. S. D. O Professor e as suas Necessidades Formativas: Habilidade de Formular Perguntas. In: FARIA, A. S. Z. e PICELLI, Z. L. S. D. **A funcionalidaded as perguntas na elaboração do conhecimento nas aulas de ciências**. Caderno Pedagógico. Secretaria de Estado de Educação do Paraná, 2008.

PRETI, D. F. (Coord.) **Análise de textos orais**. 4^a ed. São Paulo: Humanitas, 1999, 236 p.

PRIESTLEY, W. J. The impact of longer term intervention on reforming physical science teachers' approaches to laboratory instruction: seeking a more effective role for laboratory in science education. **Dissertation Abstracts International**. 58(3), 1997, p. 806.

PRSYBYCIEM, M. M; FOGGIATTO SILVEIRA, R. M C.; SAUER, E. Experimentação investigativa no ensino de química em um enfoque CTS a partir de um tema sócio científico no ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 3, 2018.

PRSYBYCIEM, M. M; **A experimentação investigativa em um enfoque CTS no ensino das funções químicas inorgânicas ácidos e óxidos na temática ambiental**. 2015. 212 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2015.

REGINALDO, C. C.; SHEID, N. J.; GÜLLICH, R. I da C. O ensino de ciências e a experimentação. **Anaped Sul: Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul, Giruá**, p. 1-13, 2012.

REGO, E. C. M ; NEGRO-DELLACQUA, M.; MAGALHÃES LIMA, K. de. Ensino por investigação no processo de aprendizagem no ensino de ciências: Revisão de literatura. **UNILUS Ensino e Pesquisa**, v. 16, n. 42, p. 59-68, 2019.

RIVARD, L.P. e STRAW, S.B. The effect of talking and writing on learning science: an exploratory study. *Science Education*, v. 84, p. 566-593, 2000.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, Tatiana Cristina. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. **Encontro Nacional De Ensino De Química**, v. 18, p. 1-8, 2016.

RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica. **In: Anais do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2008.

RODRÍGUEZ, J. J. G; LEÓN, P. C. de. Como ensinar? Para uma definição de estratégias de ensino pela pesquisa. **Research at School Magazine**, 25, 5-16. , 1995

SÁ, E. F. de. **Discursos de professores sobre ensino de ciências por Investigação**. Tese de Doutorado- Belo Horizonte: UFMG/FaE, 2009.

SÁ, E. F. et al. A construção de sentidos para o termo Ensino por Investigação no contexto de um curso de formação. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 16, n. 1, p. 79-102, 2011

SÁ, Eliane Ferreira et al. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. **VI encontro nacional de pesquisa em ensino de ciências. Anais do VI ENPEC, Florianópolis: ABRAPEC**, 2007.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no ensino médio: Estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. 2008. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, SP, 2008.

SASSERON, L. H. Alfabetización científica, enseñanza por investigación y argumentación: Relaciones entre las ciencias de la naturaleza y la escuela. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. spe, p. 49-67, 2015.

SASSERON, L. H. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, [S. l.]**, v. 18, n. 3, p. 1061-1085, 2018.

SASSERON, L. H.; MACHADO, V. F. Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar Física. **São Paulo: Livraria da Física**, 2017.

SICCA, N. A. L. et al. **A experimentação no ensino de química: 2. grau**. 1990.

SILVA, A. R. da; PAIVA, M. A. V. Metodologia investigativa no ensino da cinética química. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v. 9, n. 01, 2019.

SILVA, D. P. **Questões propostas no planejamento de atividades experimentais de natureza investigativa no ensino de química: reflexões de um grupo de professores**. 2011. 212 f. 2011. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências)-Faculdades de educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.2011

SILVA, E. L. da ; MARCONDES, M.E. R... Visões de contextualização de professores de química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 1, p. 101-101, 2010.

SILVA, L. H.de A. ZANON, L. B. **A experimentação no ensino de ciências**. p.126-127. São Paulo, UNIMEC/CAPEL, Editora Ltda, 2000.

SILVA, R. A. da, et. al. Contribuições da reelaboração de atividades experimentais na perspectiva do Ensino por Investigação em um curso de graduação em Química. **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** –Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN – 25 a 28 de junho de 2019

SOBRAL, F.R.; CAMPOS, C.J.G. Utilização de metodologia ativa no ensino e assistência de enfermagem na produção nacional: revisão integrativa. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 46, n. 1, p. 208-18, 2012.

SOUZA, F. L. et al. Atividades experimentais investigativas no ensino de química. **São Paulo: EDUSP**, 2013.

STRIEDER, R. B.; WATANABE, G.. Atividades investigativas na educação científica: dimensões e perspectivas em diálogos com o ENCI. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 819-849, 2018.

SUART, R. C. **Formação inicial de professores de química: o processo de reflexão orientada visando o desenvolvimento de práticas educativas no ensino médio**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2016

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 2, p. 1-6, 2008.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R.; LAMAS, M. F. P. A estratégia “Laboratório Aberto” para a construção do conceito de temperatura de ebulição e a manifestação de habilidades cognitivas. **Química nova na escola**, v. 32, n. 3, p. 200-207, 2010.

SUART, R. de C.; AFONSO, S. A. Formação inicial de professores de química: discutindo finalidades e possibilidades sobre o papel da experimentação no ensino de química. **Experiências Em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 131-149, 2015.

SUART, R.C et al. Planos de aulas e o diário de campo: estratégias para a formação inicial docente. **Tecné Episteme y Didaxis: TED**, 2018.

SUART, R.C. A experimentação no Ensino de Química: conhecimentos e caminhos. **Tópicos em Ensino de Química**. São Carlos: Pedro & João Ed, p. 63-88, 2014.

SUART, R.C. **Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas**. 2008. 218p. Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A Manifestação de Habilidades Cognitivas em Atividades Experimentais Investigativas no Ensino Médio de Química. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v1, n. 14, p. 50-74, 2009.

TAHA, M. S.; LOPES, C. S. C.; SOARES, E. L.; FOLMER, V. Experimentação como Ferramenta Pedagógica para o Ensino de Ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 1, pp. 138-154. 2015.

TRAZZI, P. S. da S.; BRASIL, E. D. F. Ensino por investigação: análise de uma atividade experimental em sala de aula de Biologia. **Anais XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC**. 2017

TRINDADE, D. J.; NAGASHIMA, L. A.; ANDRADE, C. C. de. Obstáculos epistemológicos sob a perspectiva de Bachelard. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 10, p. 17829-17843, 2019.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e pesquisa**, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

VIEIRA, FA da C. **Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino**. 2012. 197 f. 2012. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Universidade Estadual Paulista, Bauru.

ZOLLER, U. Algorithmic, LOCS and HOCS (chemistry) exam questions: Performance and attitudes of college students. **International Journal of Science Education**, 2002, vol. 24, no 2, p. 185-203..

ZOLLER, U. Alternative assesment as (critical) means of facilitating HOCS-Promoting teaching and learning in Chemistry Education. **Chemistry Ed. Res. Practice Europe**, Londres, v. 1, n. 2, pp. 9-17. 2001.

ZOMPERO, A. de F. et al. Habilidades cognitivas apresentadas por alunos participantes de un projeto de iniciação científica no ensino médio. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las ciencias (Bogotá, Colombia)**, v. 13, n. 2, p. 325-337, 2018.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no Ensino de Ciências: Aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, n.3, p. 67-80, 2011.

ANEXO 1

ROTEIRO EXPERIMENTAL PROPOSTO NA APOSTILA - PRÁTICA PREPARAÇÃO DE SOLUÇÕES E DILUIÇÃO

Preparação de 100 mL uma solução de KOH 0,10 molL⁻¹

- 1) Calcular a massa de KOH necessária para a preparação da solução (verificar pureza da base).
- 2) Pesar a massa em um béquer de 50 mL ou em um vidro de relógio.
- 3) Transferir quantitativamente a massa pesada para o balão volumétrico. Utilizar pisseta, funil e bagueta (bastão de vidro) durante a transferência, lavando bem as paredes do béquer e do funil com água destilada.
- 4) Adicionar um pouco de água destilada ao balão e agitar para completa dissolução da base.
- 5) Completar o volume do balão volumétrico (até o menisco) e homogeneizar a solução.
- 6) Transferir a solução para um frasco adequado e devidamente rotulado (nome do composto, fórmula, concentração, data do preparo, nome do responsável).

Massa de KOH calculada (g)	
Massa de KOH pesada (g)	
Volume de solução preparada (mL)	
Molaridade da solução preparada (molL ⁻¹)	

Preparação de uma solução 0,20 molL⁻¹ de HCl (solução estoque) a partir do ácido concentrado.

- 1) Determinar a molaridade do ácido concentrado (P.A.) dados: $d=1,18 \text{ g mL}^{-1}$, $T=36,46\%$ (m/m)
- 2) Calcular o volume de ácido concentrado necessário para o preparo de 100 mL de solução 0,20 molL⁻¹.
- 3) Num balão volumétrico de 100 mL, adicionar cerca de 40 mL de água destilada;
- 4) Adicionar o ácido concentrado, com o auxílio de uma pipeta graduada (volume calculado no item 2) ao balão volumétrico de 100 mL e completar o volume, até o menisco, com água destilada;
- 5) Homogeneizar a solução e transferir a solução estoque para o frasco de 1 L devidamente rotulado.

Molaridade do HCl concentrado (mol L ⁻¹)	
Volume de HCl concentrado calculado para preparar 100 mL de solução 0,20 molL ⁻¹ (mL)	
Volume de HCl concentrado medido para preparar a solução (mL)	

Volume de solução preparada (mL)	
Molaridade da solução preparada (mol L ⁻¹)	

Exercícios (anexar ao final do relatório)

1. Descreva como você prepararia 250 mL de uma solução 0,12 molL⁻¹ de HNO₃ a partir do ácido concentrado. Título do HNO₃ = 65% (m/m), densidade do HNO₃ = 1,39 g mL⁻¹.
2. Descreva como você prepararia 1,0 litro de solução de NaOH 0,12 mol L⁻¹ sabendo-se que a pureza da base é de 85% (m/m). MM do NaOH = 40g mol⁻¹.

RELATÓRIO DA PRÁTICA 1: PREPARAÇÃO DE SOLUÇÕES E DILUIÇÃO

Equipe

nº: _____

Data:

A) Preparação de 100 mL de uma solução de KOH 0,10 mol L⁻¹.

Cálculo da massa de KOH.

Massa de KOH calculada (g)	
Massa de KOH pesada (g)	
Volume de solução preparada (mL)	
Molaridade da solução preparada (molL ⁻¹)	

B) Preparação de uma solução de HCl 0,20 mol L⁻¹ (solução estoque) a partir do ácido concentrado.

Cálculo da concentração molar do HCl concentrado. Cálculo do volume de HCl concentrado.

Molaridade do HCl concentrado (mol L ⁻¹)	
Volume de HCl concentrado calculado para preparar 100 mL de solução 0,20 molL ⁻¹ (mL)	
Volume de HCl concentrado medido para preparar a solução (mL)	
Volume de solução preparada (mL)	
Molaridade da solução preparada (mol L ⁻¹)	

No verso da folha colocar o nome de toda a vidraria utilizada na preparação da solução.

APÊNDICE A

ROTEIRO EXPERIMENTAL ELABORADO NA PERSPECTIVA DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DOS CONCEITOS DE PREPARAÇÃO DE SOLUÇÕES E DILUIÇÃO



Departamento de Química

Prática 3: Preparo de Soluções e Diluição

PLANO DE AULA

OBJETIVOS: Desenvolver ideias e conhecimentos para a compreensão da importância de se preparar uma solução corretamente. Ainda, por meio do experimento, possibilitar ao estudante a compreensão sobre a realização de uma diluição.

METODOLOGIA

1º. Levantamento dos conhecimentos prévios através de questionamentos:

- Por meio dos rótulos que vocês fotografaram, porque vocês consideram soluções?
- O que essas informações representam?
- O que é solução?
- No dia a dia, quais soluções vocês preparam?
- Qual a importância de aprender a preparar corretamente uma solução, pensando no exercício profissional de um Químico?
- Como é realizado o preparo dessas soluções?
- Quais os cuidados que nós, como químicos, precisamos ter para preparar uma solução?
- O que é mistura?
- O que é solvente? E Soluto?

Dona Vera, preocupada com a limpeza de sua casa, comprou um frasco de Ácido Muriático no mercadinho de seu bairro. No rótulo da embalagem, os fabricantes recomendavam a diluição de uma tampa do frasco para 5 litros de água para a limpeza de pisos. No entanto, a fim de melhorar a eficiência da limpeza, Dona Vera utilizou uma quantidade superior à recomendada. Ao final da faxina, ela percebeu que os pisos de sua casa estavam manchados. Com base em seus conhecimentos, o que pode ter acontecido??

2º. Fundamentação teórica

Uma solução é uma mistura homogênea de duas ou mais substâncias. É constituída de um solvente (dispersante) e um soluto (disperso). O solvente é o componente presente na mistura em maior quantidade. Ele dá o estado físico da solução na qual o soluto está dissolvido. O soluto é a substância ou substâncias presentes em menor quantidade que o solvente. Ele se apresenta disperso no solvente.

A concentração de uma solução é a razão entre a quantidade de soluto e a quantidade de solvente/solução. A seguir serão descritas as algumas unidades de concentração.

- **Grama por litro):** relaciona a massa do soluto com o volume da solução.

- **Grama por centímetro cúbico ou mililitro):** relaciona a massa da solução com o volume da solução.
- **Molaridade (mol por litro):** relaciona o número de mols de soluto com o volume da solução.
- **Fração molar (não tem unidade):** relaciona o número de mols de um componente da solução com número total de mols de todos os componentes.
- **Título (não tem unidade):** relaciona a massa do soluto com a massa da solução.

É importante lembrar que as concentrações também podem ser expressas em forma de porcentagem.

- Concentração em % m/m: $(\text{massa do soluto}/\text{massa da solução}) \times 100$
 - Concentração em % v/v: $(\text{volume do soluto}/\text{volume da solução}) \times 100$
 - Concentração em % m/v: $(\text{massa do soluto}/\text{volume da solução}) \times 100$
- Com base nessas informações realizar os seguintes questionamentos.
- Depois de preparar a solução eles garantem (assinam embaixo) o valor da concentração da solução. Tem alguma fonte de erro? Posso garantir a concentração da solução que preparei sem nenhuma análise prévia?
 - O soluto é uma substância padrão? Justifique.
 - O que é solução estoque?

O Cafezinho que vocês preparam diariamente, pode ser considerado como uma solução padrão? Por quê?

3º. Realização do experimento

Materiais e Reagentes:

- Balão Volumétrico de 100 mL;
- Vidro relógio ou Béquer de 50 mL;
- Bastão de vidro;
- Pipeta graduada de XXX mL;
- Funil;
- Pisseta com água Destilada;
- Hidróxido de potássio (KOH);
- Ácido clorídrico concentrado (HCl).

Procedimento

A) Preparo de uma solução 1,0 mol/L de HCl (MM=36,5 g mol⁻¹) a partir do ácido concentrado:

“Através do rótulo que eles tiraram foto, falar da importância de se verificar o rótulo de um reagente químico antes de fazer uso dele. Quais as informações ele contém, essas informações são relevantes)

1. Determine a molaridade do ácido concentrado p.a.

Dados: $d = 1,18 \text{ g mL}^{-1}$, $T = 36,46\%$ (m/m).

QUESTÃO: o que significa ácido concentrado P.A.?

2. Calcule o volume de ácido concentrado necessário para o preparo de 100 mL de solução 1,00 mol L⁻¹.
3. Em um balão volumétrico de 100 mL, adicione cerca de 40 mL de água destilada;
4. Com o auxílio de uma pipeta graduada (volume calculado no item 2), adicionar o ácido concentrado em um balão volumétrico de 100 mL e completar o volume, até o menisco, com água destilada;

Questão: Porque colocar 40 mL de água destilada no balão volumétrico antes de colocar o ácido?

Questão: Quais informações não podem faltar em um rótulo?

Homogeneizar a solução e transferir a solução estoque para um frasco de 1 L rotulado.

Questão: Como fazer a leitura correta do menisco?

Questão: Vocês imaginam como poderiam saber se a solução está com concentração $1,0 \text{ mol L}^{-1}$?

B) Preparação de 100 mL uma solução de KOH (MM = $56,0 \text{ g mol}^{-1}$) $0,1 \text{ mol L}^{-1}$.

1. Calcule a massa de KOH necessária para a preparação da solução.
2. Pesem a massa em um vidro de relógio e transferir quantitativamente para um béquer com aproximadamente 40 mL de água e homogeneizar com o auxílio de um bastão de vidro.

QUESTÃO: O que significa transferir algo quantitativamente?

3. Transferir quantitativamente a solução para o balão volumétrico. Utilizar a pisseta, um funil e bastão de vidro durante a transferência, lavando bem as paredes do béquer e do funil.
4. Completar o volume do balão volumétrico (até o menisco) e homogeneizar a solução.
5. Transferir a solução para um frasco adequado e devidamente rotulado.

Complete o quadro abaixo:

Massa de KOH calculada (g)	
Massa de KOH pesada (g)	
Volume de solução preparada (mL)	

SISTEMATIZAÇÃO DA AULA

Alguns grupos adicionaram água e ultrapassaram o menisco? *Caso afirmativo, questionar o que acontecerá com a solução estoque.*

O que é solução?

O que aconteceria caso tivesse sido adicionado mais reagente do que o necessário? E menos reagente?

As soluções que preparamos possuem concentração exata? *A solução que eles prepararam não possui uma concentração exata e que é necessário descobrir isso utilizando alguma técnica. Na realidade seria importante induzir os alunos a essas conclusões.*

Como padronizar as soluções preparadas na aula de hoje?

Com base nos experimentos e nas questões realizadas nessa aula, indique quais cuidados devem ser tomados no preparar uma solução. Justifique

APÊNDICE B

MATERIAL DOS ALUNOS- PRÁTICA PREPARAÇÃO DE SOLUÇÕES E DILUIÇÃO



Departamento de Química

Prática 3: Preparo de Soluções e Diluição

Nome: _____

Dona Vera, preocupada com a limpeza de sua casa, comprou um frasco de Ácido Muriático no mercadinho de seu bairro. No rótulo da embalagem, os fabricantes recomendavam a diluição de uma tampa do frasco para 5 litros de água para a limpeza de pisos. No entanto, a fim de melhorar a eficiência da limpeza, Dona Vera utilizou uma quantidade superior à recomendada. Ao final da faxina, ela percebeu que os pisos de sua casa estavam manchados. Com base em seus conhecimentos, o que pode ter acontecido?

Materiais e Reagentes:

- Balão Volumétrico de 100 mL;
- Vidro relógio ou béquer de 50mL;
- Bastão de vidro;
- Pipeta graduada;
- Funil;
- Pisseta com água destilada;
- Hidróxido de potássio (KOH);
- Ácido clorídrico (HCl).

Procedimentos

Preparo de uma solução 1,0 mol. L⁻¹ de HCl (MM=36,5 g.mol⁻¹) a partir do ácido concentrado:

1. Determine a molaridade do ácido P.A
Dados: $d = 1,18 \text{ g/mL}$, $T = 36,46\% \text{ (m/m)}$.

Questão A: O que significa ácido concentrado P.A.?

2. Calcule o volume de ácido concentrado necessário para o preparo de 100 mL de solução 1,00 mol/L.

3. Em um balão volumétrico de 100 mL, adicione cerca de 40 mL de água destilada;
4. Com o auxílio de uma pipeta graduada, adicione o ácido concentrado (volume calculado no item 2) no balão volumétrico de 100 mL e completar o volume, até o menisco com água destilada;

Questão B: Anote o que foi observado quando se adicionou o ácido em 40 mL de água.

Questão C: Desenhe o balão volumétrico com a solução pronta. Em seguida, explique como fazer a aferição no menisco.

Questão D: Porque adicionar 40 mL de água destilada ao balão volumétrico antes de adicionar o ácido?

6. Homogeneizar a solução e transferir a solução estoque para um frasco de 1 L rotulado.

Questão E: O que é solução estoque?

Questão F: Por que é necessário rotular o frasco?

O que deve conter no rótulo?

Questão G: Preencha o quadro abaixo:

Molaridade do HCl concentrado (mol. L^{-1})	
Volume de HCl concentrado calculado para preparar 100 mL de solução $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ (mL)	
Volume de HCl concentrado medido para preparar a solução (mL)	
Volume de solução preparada (mL)	

Questão H: Segundo as instruções, a solução preparada de HCl deverá ter concentração de $1,0 \text{ mol L}^{-1}$, todavia, você espera que a solução preparada apresente essa concentração? Justifique.

Questão I: Como vocês poderiam verificar a concentração da solução preparada?

Preparo de 100 mL de uma solução de KOH ($\text{MM} = 56,0 \text{ g mol}^{-1}$) $0,1 \text{ mol L}^{-1}$.

1. Calcule a massa de KOH necessária para o preparo da solução.
2. Pesar a massa em um vidro de relógio e transferir quantitativamente para um béquer com aproximadamente 40 ml de água e dissolver a base com o auxílio de um bastão de vidro.

Questão A: Qual foi a massa pesada?

Questão B: Existe diferença entre a massa pesada e a massa calculada?

Questão C: Explique como essa diferença pode influenciar nos demais resultados.

-
3. Transferir quantitativamente a solução para o balão volumétrico. Utilizar a piseta, um funil e o bastão de vidro durante a transferência, lavando bem as paredes do béquer e do funil.

Questão D: Como se deve manusear a pisseta, para que não se ultrapasse o menisco do balão?

Caso ultrapasse, o menisco o que acontecerá com a solução?

4. Completar o volume do balão volumétrico (até o menisco) e homogeneizar a solução.
5. Transferir a solução para um frasco adequado e devidamente rotulado.

Questão E: Complete o quadro abaixo:

Massa de KOH calculada (g)	
Massa de KOH pesada (g)	
Volume de solução preparada (mL)	

Questão F: De acordo com as instruções, a solução preparada de KOH deverá ter concentração de $0,1 \text{ mol L}^{-1}$. A solução preparada possui essa concentração? Justifique.

Questão G: Como verificar a concentração exata dessa solução?

Questão H: Com base nos experimentos e nas questões realizadas nessa aula, indique quais cuidados devem ser tomados no preparar uma solução. Justifique?



APÊNDICE C

ROTEIRO EXPERIMENTAL ELABORADO NA PERSPECTIVA DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO DE CINÉTICA QUÍMICA



Departamento de Química
Prática 5: Cinética Química

Objetivos:

Por meio da atividade experimental construir juntamente com os estudantes os conceitos relacionados a velocidade das reações. Além disso que os estudantes possam reconhecer como a os fatores que influenciam na velocidade das reações.

Questionamentos prévios orais:

Vocês sabem o que é velocidade?

Como se calcula?

Quando se quer vencer uma corrida, o que o atleta precisa fazer?

E na química, onde essa velocidade é importante?

Porque é necessário estudar a velocidade de uma reação química?

Quais fatores afetam nessa velocidade?

Questões prévias escritas:

O que é cinética?

O que vocês sabem a respeito de cinética química?

Por que é importante?

Onde está presente?

O que pode influenciar a velocidade de uma reação?

Qual a importância da pressão em uma reação química

Qual a importância da temperatura em uma reação química?

Contextualização sobre a síntese da amônia

“Haber estava tentando descobrir o processo de Síntese da Amônia porque, naquele período, a Alemanha precisava, com urgência, produzir mais fertilizantes. Esta, aliás, era uma preocupação crescente na Europa desde a época do início da Revolução Industrial, no século XVIII, quando houve um aumento populacional. Realização deste método permitiu o desenvolvimento de fertilizantes baratos e, conseqüentemente, possibilitou - e ainda hoje possibilita - a produção de alimentos à população mundial, para saber um pouco mais, Fertilizantes e a Produção de Alimentos. Poder-se-ia dizer que Haber não teve qualquer responsabilidade nisso, tendo apenas desenvolvido a técnica. Mas isto seria uma grande mentira. O cientista acreditava que estava fazendo um enorme bem ao seu país ao investir no desenvolvimento de armas químicas e ajudou a organizar o departamento de guerra química do Ministério da Guerra da Alemanha, setor responsável pelo uso de certos gases durante a I Guerra Mundial, entre 1915 e 1917.” (Fritz Haber e a Síntese da Amônia - Camila Welikson, disponível em < http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/linha%20tempo/Fritz_Haber/PDF_LT/LT_Texto_Fritz_Haber.pdf>, acesso em 30/04/2019

Questão Problema

Com o esgotamento de reservas naturais de fertilizantes, no final do século XIX, a pesquisa por alternativas para os fertilizantes a base de nitrato (NO_2^-) passa a ter valores estratégicos para vários países. Assim, tendo em vista a abundante disponibilidade de hidrogênio (H_2) e nitrogênio (N_2) molecular, diversos cientistas da época tentaram realizar a síntese da amônia, sem obterem sucesso. Isso porque a reação entre o hidrogênio e o nitrogênio molecular não ocorre naturalmente, sendo necessárias algumas condições específicas para a formação da amônia.

Durante suas pesquisas, Haber obteve os seguintes resultados:

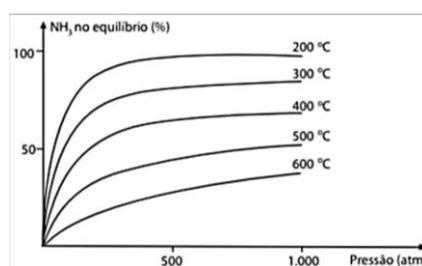


Figura 1: Rendimento da reação obtido por Haber

Quais parâmetros devem ser considerados em uma reação química, para que esta reação ocorra em um tempo adequado para se obter um produto desejado? Justifique sua resposta.

Materiais, Reagentes e Equipamentos:

- 2 tubos de ensaio
- Estante para os tubos de ensaio
- 2 béqueres de 50 mL
- 1 bagueta
- Pisseta
- Papel absorvente
- Banho-maria
- Cronômetro
- 2 frascos de 100 mL com tampa (para colocar as soluções de iodato e bissulfito)
- 1 pipeta graduada de 10 mL
- 1 bureta de 50 mL
- 1 suporte para bureta
- Água destilada
- Frascos para resíduo
- Etiquetas
- Solução de KIO_3 (4 g de KIO_3 em um litro de solução)
- Solução de NaHSO_3 (0,8 g de NaHSO_3 e 0,5 ml de ácido sulfúrico concentrado em um litro de solução que foi aquecida com 2,5 g de amido sob agitação).

Procedimento

Determinar a velocidade média de uma reação química.

1. Cada grupo irá fazer o teste de acordo com os dados da Tabela 1, em duas temperaturas (temperatura ambiente e em 50°C).

2. Na lousa, preencher a coluna tempo (t_1 , t_2).
3. Calcular o número de mols e a concentração de IO_3^- .
4. Calcular a velocidade da reação.

Tabela 1: Volumes de KIO_3 em cada reação

Grupo	Sol. NaHSO_3 (mL)	Sol. KIO_3 (mL)	H_2O dest. (mL)	n IO_3^-	$[\text{IO}_3^-]$ (molL^{-1})	Tempo (s)		velocidade. ($\text{molL}^{-1} \text{s}^{-1}$)	
						1	2	t_1	t_2
1	10	9	1						
2	10	8	2						
3	10	7	3						
4	10	5	5						
5	10	4	6						
6	10	3	7						
7	10	1	9						

n = número de mol de iodato dentro do tubo.

$[\text{IO}_3^-]$ = concentração em mol L^{-1} de iodato dentro do tubo.

Questão: Qual é a concentração de KIO_3 ? Efetue os cálculos.

Questão: A velocidade da reação em temperatura de 50° será maior, menor ou igual a velocidade na temperatura ambiente? Justifique.

A. Determinação da velocidade média da reação em temperatura ambiente (t_1).

1. Colocar em um tubo de ensaio uma certa quantidade da solução de KIO_3 e água destilada (conforme descrito na Tabela 1 abaixo e instrução do professor) e 3 gotas da solução de amido 1%.
2. Em outro tubo de ensaio colocar 10 mL da solução NaHSO_3 (medidos em pipeta volumétrica).
3. Verter o conteúdo dos dois tubos de ensaio em um béquer de 50 mL e disparar o cronômetro rapidamente.
4. Agitar constantemente o sistema até que se tenha o primeiro sinal de alteração de cor.
5. Anotar o tempo.

B. Determinação da velocidade média da reação em temperatura (t_2) 50° .

1. Colocar em um tubo de ensaio uma certa quantidade da solução de KIO_3 e água destilada (conforme descrito na Tabela 1 abaixo e instrução do professor) e 3 gotas da solução de amido 1%.
2. Em outro tubo de ensaio colocar 10 mL da solução NaHSO_3 (medidos em pipeta volumétrica).
3. Verter o conteúdo dos dois tubos de ensaio em um béquer de 50 mL, em um **BANHO MARIA** e disparar o cronômetro rapidamente.
5. Anotar o tempo.

C. Com base nos dados do experimento, responda:

1. Calcular o número de mols de KIO_3 em cada tubo de ensaio contendo a solução de KIO_3 .
2. Calcular a velocidade da reação em função da concentração da solução de KIO_3 .

3. Construir um gráfico de número de mols de KIO_3 (n) *versus* Tempo (s)
4. Construir um gráfico de velocidade da reação ($\text{molL}^{-1}\text{s}^{-1}$) *versus* concentração (molL^{-1}) da solução de KIO_3 para t_1 e para t_2 .

Sistematização da aula.

Questões pós:

O que é cinética?

Por que é necessário estudar a velocidade de uma reação química?

Quais fatores afetam a velocidade de uma reação química?

Como que esses fatores influenciam na velocidade da reação?

Questão problema: Retomada da Questão Problema.

REFERÊNCIAS

- GAIA, A. M.; et al. **Atividades Experimentais de Química no Ensino Médio reflexões e propostas.** Grupo de Pesquisa em Educação Química Instituto de Química Universidade de São Paulo. 2009. Disponível em < https://12ae3bd5-efff-6a39-eba4-8a2ac762c33c.filesusr.com/ugd/4eb63d_b307e2d2f0104fa69fda03e78628c23a.pdf> Acesso em: 10 jun. 2019.

APÊNDICE D

MATERIAL DOS ALUNOS- PRÁTICA CINÉTICA QUÍMICA



Departamento de Química
Prática 5: Cinética Química

Nome: _____

Objetivos:

Por meio da atividade experimental construir, juntamente com os estudantes, os conceitos relacionados a velocidade das reações. Além disso, que os estudantes possam reconhecer quais fatores influenciam na velocidade das reações.

Questões Iniciais

O que vocês sabem a respeito de cinética química?

Por que a cinética química é importante?

Onde a cinética química está presente?

O que pode influenciar a velocidade de uma reação?

Qual a importância da pressão em uma reação química?

Qual a importância da temperatura em uma reação química?

Questão Problema: Com o esgotamento de reservas naturais de fertilizantes, no final do século XIX, a pesquisa por alternativas para os fertilizantes a base de nitrato (NO_2^-) passa a ter valores estratégicos para vários países. Assim, tendo em vista a abundante disponibilidade de hidrogênio (H_2) e nitrogênio (N_2) molecular, diversos cientistas da época tentaram realizar a síntese da amônia, sem obterem sucesso. Isso porque a reação entre o hidrogênio e o nitrogênio molecular não ocorre naturalmente, sendo necessárias algumas condições específicas para a formação da amônia.

Durante suas pesquisas, Haber obteve os seguintes resultados:

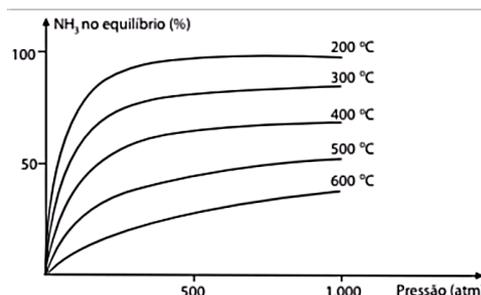
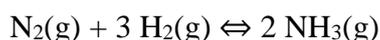


Figura 1: Rendimento da reação obtido por Haber



Quais parâmetros devem ser considerados em uma reação química, para que esta reação ocorra em um tempo adequado para se obter um produto desejado? Justifique sua resposta.

Materiais, Reagentes e Equipamentos:

- 2 tubos de ensaio
- Estante para os tubos de ensaio
- 2 béqueres de 50 mL
- 1 bagueta
- Pisseta
- Papel absorvente
- Banho-maria
- Cronômetro
- 2 frascos de 100 mL com tampa (para colocar as soluções de iodato e bissulfito)
- 1 pipeta graduada de 10 mL
- 1 bureta de 50 mL
- 1 suporte para bureta
- Água destilada
- Frascos para resíduo
- Etiquetas
- Solução de KIO₃ (4 g de KIO₃ em um litro de solução)
- Solução de NaHSO₃ (0,8 g de NaHSO₃ e 0,5 ml de ácido sulfúrico concentrado em um litro de solução que foi aquecida com 2,5 g de amido sob agitação).

Procedimento

Determinar a velocidade média de uma reação química.

1. Cada grupo irá fazer o teste de acordo com os dados da Tabela 1, em duas temperaturas (temperatura ambiente e em 50°C), conforme descrito em A e B
2. Na lousa, preencher a coluna tempo (t₁, t₂).
3. Calcular o número de mols e a concentração de IO³⁻.
4. Calcular a velocidade da reação.

Tabela 1: Volumes de KIO_3 em cada reação

Grupo	Sol. NaHSO_3 (mL)	Sol. KIO_3 (mL)	H_2O dest. (mL)	n IO_3^-	$[\text{IO}_3^-]$ (molL^{-1})	Tempo (s)		velocidade. ($\text{molL}^{-1} \text{s}^{-1}$)	
						1	2	t1	t2
1	10	9	1						
2	10	8	2						
3	10	7	3						
4	10	5	5						
5	10	4	6						
6	10	3	7						
7	10	1	9						

n = número de mol de iodato dentro do tubo.

$[\text{IO}_3^-]$ = concentração em mol L^{-1} de iodato dentro do tubo.

Questão: Calcule a concentração inicial de KIO_3 ?

Questão: A velocidade da reação em temperatura de 50° será maior, menor ou igual a velocidade na temperatura ambiente? Justifique.

A. Determinação da velocidade média da reação em temperatura ambiente (t1).

- Colocar em um tubo de ensaio uma certa quantidade da solução de KIO_3 e água destilada (conforme descrito na Tabela 1 abaixo e instrução do professor).
- Em outro tubo de ensaio colocar 10 mL da solução NaHSO_3 (medidos em pipeta volumétrica).
- Verter o conteúdo dos dois tubos de ensaio em um béquer de 50 mL e disparar o cronômetro rapidamente.
- Agitar constantemente o sistema até que se tenha o primeiro sinal de alteração de cor.
- Anotar o tempo.

B. Determinação da velocidade média da reação em temperatura (t2) 50° .

- Colocar em um tubo de ensaio uma certa quantidade da solução de KIO_3 e água destilada (conforme descrito na Tabela 1 abaixo e instrução do professor).
- Em outro tubo de ensaio colocar 10 mL da solução NaHSO_3 (medidos em pipeta volumétrica).
- Verter o conteúdo dos dois tubos de ensaio em um béquer de 50 mL, em um **BANHO MARIA** e disparar o cronômetro rapidamente.
- Anotar o tempo.

C. Com base nos dados do experimento, responda:

- Calcular o número de mols de KIO_3 em cada tubo de ensaio contendo a solução de KIO_3 .
- Calcular a velocidade e da reação em função da concentração da solução de KIO_3 .
- Construir um gráfico de número de mols de KIO_3 (n) *versus* Tempo (s)
- Construir um gráfico da velocidade da reação ($\text{molL}^{-1}\text{s}^{-1}$) *versus* concentração (molL^{-1}) da solução de KIO_3 para t1 e para t2.

Questões pós:

O que é cinética química?

Porque é necessário estudar a velocidade de uma reação química?

Quais fatores afetam a velocidade de uma reação química?

Como cada um desses fatores influencia na velocidade da reação

Questão problema:

Com o esgotamento de reservas naturais de fertilizantes, no final do século XIX, a pesquisa por alternativas para os fertilizantes a base de nitrato (NO_2^-) passa a ter valores estratégicos para vários países. Assim, tendo em vista a abundante disponibilidade de hidrogênio (H_2) e nitrogênio (N_2) molecular, diversos cientistas da época tentaram realizar a síntese da amônia, sem obterem sucesso. Isso porque a reação entre o hidrogênio e o nitrogênio molecular não ocorre naturalmente, sendo necessárias algumas condições específicas para a formação da amônia.

Durante suas pesquisas, Haber obteve os seguintes resultados:

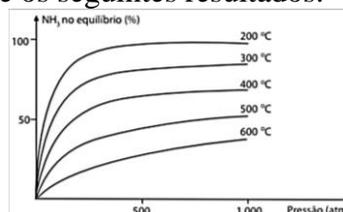
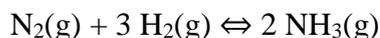


Figura 1: Rendimento da reação obtido por Haber



Quais parâmetros devem ser considerados em uma reação química, para que esta reação ocorra em um tempo adequado para se obter um produto desejado? Justifique sua resposta.

REFERÊNCIAS

- GAIA, A. M.; et al. **Atividades Experimentais de Química no Ensino Médio reflexões e propostas**. Grupo de Pesquisa em Educação Química Instituto de Química Universidade de São Paulo. 2009. Disponível em < https://12ae3bd5-efff-6a39-eba4-8a2ac762c33c.filesusr.com/ugd/4eb63d_b307e2d2f0104fa69fda03e78628c23a.pdf > Acesso em: 10 jun. 2019.