

Universidade Federal de Juiz de Fora  
Pós-Graduação em Química  
Mestrado em Química

Erika Fernanda Leite de Melo

**LABORATÓRIO NO ENSINO SUPERIOR E A FORMAÇÃO DOCENTE: UMA  
REFLEXÃO A PARTIR DA QUÍMICA DE COORDENAÇÃO**

Juiz de Fora  
2018

Erika Fernanda Leite de Melo

**LABORATÓRIO NO ENSINO SUPERIOR E A FORMAÇÃO DOCENTE: UMA  
REFLEXÃO A PARTIR DA QUÍMICA DE COORDENAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química, área de concentração: Educação em Química, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup>. Bárbara Lúcia de Almeida

Juiz de Fora  
2018

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Melo, Erika Fernanda Leite de.

Laboratório no Ensino Superior e a Formação Docente : uma reflexão a partir da química de coordenação / Erika Fernanda Leite de Melo. -- 2018.

110 f. : il.

Orientadora: Bárbara Lúcia de Almeida

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Exatas. Programa de Pós Graduação em Química, 2018.

1. Educação química. 2. Laboratório de ensino superior. 3. Práticas de Química de Coordenação. I. Almeida, Bárbara Lúcia de, orient. II. Título.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por toda a força que tenha me dado e me mantido firme.

A minha mãe Lucy que foi a base para a minha trajetória e vitória, e também por ter sido o meu espelho de vida e perseverança.

As minhas irmãs Eliana e Elayne pelo apoio e compreensão.

Ao meu esposo Paulo que teve paciência, carinho e compreensão.

A Prof. Dr<sup>a</sup> Bárbara, pela orientação, paciência e apoio em meu projeto e por tornar-se parte de minha vida.

Aos amigos pelo apoio e encorajamento.

Ao nosso Grupo de Estudo em Educação Química (GEEDUQ)

Ao Programa de Pós-graduação em Química, pela oportunidade do meu mestrado.

A CAPES por ter financiado grande parte do meu trabalho.

Enfim, agradeço a todos que tenham contribuído direta e indiretamente pela realização desse projeto. Um muito obrigada!

“Educação não transforma o mundo. Educação muda as pessoas. Pessoas mudam o mundo.” (Paulo Freire)

## RESUMO

Ao se realizar um levantamento na grade curricular das universidades públicas da Região Sudeste, foi observado que muitas destas instituições de ensino superior têm retirado disciplinas teóricas e experimentais de química de coordenação das grades curriculares obrigatórias dos cursos de licenciatura em química. A química de coordenação é um tema abordado nas disciplinas de química inorgânica e possui inúmeras aplicações em diversas áreas de conhecimento. O licenciando em formação ao ter contato com este conhecimento específico, pode ampliar seu leque de conhecimento químico, e influenciar sua atuação profissional na escola básica. A presente dissertação descreve uma pesquisa que buscou refletir sobre a contribuição do laboratório de ensino superior na formação docente através de práticas de química de coordenação. Para isso, foi realizado um curso de extensão com professores que lecionam a disciplina de química no ensino básico. O planejamento do curso foi pautado na relação entre os conteúdos de química geral que são abordados no ensino básico e os conteúdos de química de coordenação abordados na disciplina teórica e na disciplina experimental durante a formação inicial. O objetivo de se estabelecer esta relação foi fazer com que as práticas de química de coordenação pudessem gerar significados, para que os docentes pudessem estabelecer uma relação com sua atuação em sala de aula. As práticas buscaram trabalhar a contextualização sob a perspectiva histórica como auxílio na busca dos significados, além de discutir os conhecimentos químicos envolvidos na experimentação. Os resultados gerados neste estudo apontam que o laboratório de ensino superior na formação docente pode auxiliar o professor em sua atuação profissional, contribuindo para que ele faça uma relação com o conteúdo que é ensinado na escola básica.

Palavras-chave: Educação química. Laboratório de ensino superior. Práticas de química de coordenação.

## ABSTRACT

When conducting a survey in the curriculum of public universities in the Southeast Region, it was observed that many of these institutions of higher education have withdrawn theoretical and experimental disciplines of chemistry of coordination of curricular obligatory undergraduate chemistry courses. Coordination chemistry is a subject addressed in the disciplines of inorganic chemistry and has numerous applications in several areas of knowledge. The licensed in formation when having contact with this specific knowledge, may broaden its range of chemical knowledge, and influence its professional performance in the basic school. The present dissertation describes a research that sought to reflect on the contribution of the higher education laboratory in teacher education through coordination chemistry practices. For this, an extension course was held with teachers who teach the discipline of chemistry in elementary education. The planning of the course was based on the relationship between the contents of general chemistry that are approached in elementary education and the contents of chemistry of coordination approached in the theoretical discipline and in the experimental discipline during the initial formation. The objective of establishing this relationship was to make the practices of coordination chemistry could generate meanings, so that the teachers could establish a relation with their performance in the classroom. The practices sought to work contextualization under the historical perspective as an aid in the search for meanings, besides discussing the chemical knowledge involved in the experimentation. The results generated in this study indicate that the higher education laboratory in teacher education can assist the teacher in his professional performance, contributing to his relationship with the content that is taught in elementary school

Keywords: Chemical education. Higher education laboratory. Coordination chemistry practices.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Porcentagem da presença de conteúdos teóricos e práticas experimentais nas disciplinas constantes nas grades dos cursos de licenciatura das universidades estudadas.....	41
Figura 2 – Média das porcentagens do tempo gasto para cada categoria .....	44
Figura 3 – Alfred Werner .....	50
Figura 4 – Modelo de coordenação de Werner.....	51
Figura 5 – Uma das imagens produzidas por Anna Atkins através da técnica de cianotipia....	53
Figura 6 – Formação do azul-da-Prússia.....	53
Figura 7 – Desenvolvimento do curso de extensão .....	56
Figura 8 – Uma das etapas das sínteses dos compostos .....	57
Figura 9 – Respostas à pergunta de como os participantes tiveram contato com o laboratório durante a graduação.....	59
Figura 10 – Cianótipos criados pelos participantes do curso de extensão.....	78



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Categorias de conteúdos extraídos da interpretação dos dados a partir dos questionários.....	43
Quadro 2 – Categorias criadas a partir dos dados obtidos das entrevistas .....	46
Quadro 3 – Exemplos de questionamentos que serviram de referência durante as discussões das etapas das sínteses.....	56
Quadro 4 – Respostas de há quanto tempo eles se formaram .....	58
Quadro 5 – Categorias criadas após a análise dos dados do curso de extensão.....	64
Quadro 6 – Conhecimentos em química reconhecidos pelos participantes.....	71

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CEP – Comitê de Ética e Pesquisa

CNE – Conselho Nacional de Educação

CTS – Ciência, tecnologia e sociedade

DCNs – Diretrizes Curriculares Nacionais

EDTA – Ácido etilenodiaminotetracético

FC – Formação continuada

ICE – Instituto de Ciências Exatas

IES – Instituições de Ensino Superior

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

PCNs – Parâmetros Curriculares Nacionais

PPC – Projeto Político de Curso

QC – Química de coordenação

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UFJF – Universidade Federal de Juiz de Fora

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	12
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
1.1 A PERSPECTIVA DA PESQUISA.....	14
1.2 A PERGUNTA DA PESQUISA.....	17
1.3 OS OBJETIVOS DESTA INVESTIGAÇÃO.....	17
<b>2 UM BREVE LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO SOBRE: A FORMAÇÃO INICIAL E CONTINUADA DE QUÍMICA, OS CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS NA LICENCIATURA E A DOCÊNCIA NO ENSINO SUPERIOR</b> .....	18
2.1 FORMAÇÃO INICIAL E CONTINUADA DE PROFESSORES DE QUÍMICA.....	18
2.2 A DOCÊNCIA NO ENSINO SUPERIOR.....	23
<b>3 A IMPORTÂNCIA DA QUÍMICA DE COORDENAÇÃO, DA CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA E DO LABORATÓRIO DE ENSINO SUPERIOR</b> .....	26
3.1 A QUÍMICA DE COORDENAÇÃO.....	26
3.2 A CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA.....	27
3.2.1 <b>A Contextualização sob o enfoque histórico</b> .....	29
3.3 O LABORATÓRIO DE QUÍMICA NO ENSINO SUPERIOR.....	30
<b>4 PERCURSO METODOLÓGICO</b> .....	33
4.1 AS ETAPAS E OS INSTRUMENTOS DA PESQUISA NA OBTENÇÃO DE DADOS.....	33
4.2 PRIMEIRA ETAPA: A ANÁLISE DOCUMENTAL.....	37
4.3 SEGUNDA ETAPA: CONHECENDO A DISCIPLINA TEÓRICA.....	38
4.4 TERCEIRA ETAPA: A ESCOLHA DAS PRÁTICAS.....	39
4.5 QUARTA ETAPA: O CURSO DE EXTENSÃO.....	39
4.6 QUINTA ETAPA: A PESQUISA COM OS LICENCIANDOS .....	40
<b>5 INTERPRETANDO OS DADOS DA PESQUISA</b> .....	41
5.1 A CARACTERIZAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES.....	41

5.2	O CONTATO COM OS PROFESSORES QUE LECIONAM/LECIONARAM A DISCIPLINA DE QUÍMICA DE COORDENAÇÃO TEÓRICA.....	42
5.2.1	<b>Os questionários</b> .....	43
5.2.2	<b>As entrevistas</b> .....	45
5.3	A ESCOLHA DAS PRÁTICAS.....	48
5.3.1	<b>O laboratório de Química de Coordenação na pesquisa</b> .....	48
5.3.2	<b>A história da química de coordenação sob a perspectiva do contexto histórico-científico do século XIX</b> .....	49
5.3.3	<b>A cianotipia: uma aplicação da química de coordenação</b> .....	51
5.4	A ELABORAÇÃO DO MATERIAL.....	54
5.5	O ENCONTRO COM OS PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	55
5.5.1	<b>O perfil dos participantes</b> .....	57
5.5.2	<b>O primeiro encontro do curso de extensão</b> .....	60
5.5.3	<b>O segundo encontro do curso de extensão</b> .....	61
5.6	O CONTATO COM OS LICENCIANDOS EM QUÍMICA DA UFJF.....	61
5.7	REFLEXÕES SOBRE O CURSO DE EXTENSÃO.....	62
5.7.1	<b>Diferentes motivações dos professores a participarem do curso de extensão</b> .....	65
5.7.2	<b>Conhecimentos desenvolvidos no laboratório de ensino superior e sua relação com o conteúdo ensinado no Ensino Médio</b> .....	66
5.7.3	<b>Existência de vários conteúdos contidos em uma prática de ensino superior que podem ser trabalhados no ensino médio</b> .....	69
5.7.4	<b>Conteúdos de química de coordenação para a formação docente</b> .....	72
5.7.5	<b>A abordagem histórica como recurso didático no ensino de química</b> .....	74
5.7.6	<b>Conteúdo abordado através de uma aplicação: a cianotipia</b> .....	76
6	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	79
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	81
	<b>APÊNDICES</b> .....	86
	<b>ANEXOS</b> .....	106

## APRESENTAÇÃO

---

Antes de apresentar uma visão geral e introdutória sobre a estrutura deste trabalho, tecerei algumas considerações a respeito de minha formação e o que me levou a seguir os passos desta pesquisa.

Graduei em licenciatura em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), em 2008 e desde então atuo como professora da escola básica. A minha formação seguiu o modelo 3 + 1, ou seja, foram três anos de disciplinas comuns ao bacharelado e um ano de disciplinas pedagógicas. Durante minha graduação, tive a oportunidade de ter contato com vários conhecimentos específicos, sendo um deles a química de coordenação. Com a experiência que adquiri durante esses anos em sala de aula, consegui perceber que tudo o que aprendi enquanto estudante foi importante para a minha profissão. Por outro lado, algo que sempre me chamou a atenção quanto à formação inicial foi a relação entre os conhecimentos específicos em química e sua contribuição para a atuação do professor em sala de aula.

O ingresso no curso de mestrado do programa de Pós-graduação do departamento de química da Universidade Federal de Juiz de Fora, em 2016, depois de adquirir um pouco de experiência por estar a alguns anos atuando como professora no ensino básico, fez ressurgir a motivação de trabalhar os conhecimentos específicos na formação de professores. A partir disso, eu e minha orientadora passamos a analisar possibilidades de contribuição para a formação docente. Ao observar o curso de licenciatura em química da UFJF, algo despertou nossa curiosidade: a ausência da disciplina experimental de química de coordenação na grade obrigatória do currículo atual.

Tal observação nos motivou a fazer um levantamento dentro de um grupo selecionado de universidades. O levantamento tinha como objetivo analisar o quadro das licenciaturas em relação à oferta ou não de práticas experimentais aos licenciandos ou de conteúdo teórico de química de coordenação.

Os resultados encontrados em nosso levantamento mostraram que em muitas instituições de ensino superior, disciplinas contendo estes conhecimentos específicos são retiradas na grade curricular de licenciatura em química. Esta observação fez surgir outros questionamentos: O contato com práticas experimentais de química de coordenação pode

contribuir para a formação do professor? Diante do contato com este conhecimento específico, o futuro professor pode estabelecer conexões com sua atuação em sala de aula?

Responder a estas perguntas não é uma tarefa fácil e nem sempre as respostas podem ser objetivas. Mas para fazer uma reflexão sobre possibilidades, surgiu o nosso objeto de pesquisa.

## 1 INTRODUÇÃO

---

### 1.1 A PERSPECTIVA DA PESQUISA

A pesquisa realizada no presente trabalho buscou fazer uma reflexão sobre o laboratório de ensino superior e sua contribuição para a formação docente. Para realizar o estudo foi escolhido o laboratório do conhecimento específico de química de coordenação estabelecendo uma relação com a formação de professores. Para isso foi necessário conhecer um pouco sobre a realidade dos cursos de licenciatura em química e sua relação com este conhecimento.

As licenciaturas em química vêm sofrendo modificações ao longo dos anos que, além de buscar uma adequação à legislação vigente, são influenciadas por trabalhos de pesquisadores da área de ensino de química, principalmente após a década de 1990. Essas modificações interferem na relação entre os conhecimentos específicos e os pedagógicos, com a constante preocupação em torná-los mais próximos. As transformações que as licenciaturas em química vêm sofrendo, permitiram que houvesse uma flexibilização curricular, possibilitando que as instituições pudessem adaptar seus cursos as suas realidades e necessidades. A liberdade que as instituições de ensino superior passou a ter, influencia na distribuição e escolha de disciplinas.

A Universidade Federal de Juiz de Fora também se encontra imersa neste quadro de transformações e reformulações de currículos para adequação de sua realidade. Este fato refletiu no quadro de disciplinas oferecidas ao curso de licenciatura em química. Algumas delas foram incluídas como obrigatórias na grade curricular enquanto outras não são oferecidas aos licenciandos. Um exemplo para o segundo caso é a disciplina que aborda o conteúdo de química de coordenação experimental, que faz parte apenas da grade do curso de bacharelado. Os licenciandos têm contato apenas com a disciplina teórica, pois somente esta se encontra como disciplina obrigatória.

Surgiu então uma questão: a ausência da disciplina experimental e presença da teórica, encontrada na UFJF também se repete em outras instituições? No intuito de fazer um quadro comparativo, foi feita uma análise documental das grades curriculares de algumas instituições. O objetivo foi obter dados para identificar a presença ou ausência de disciplinas que trabalham a química de coordenação sob o enfoque experimental e teórico. Apesar de o

conteúdo teórico não ser do escopo deste trabalho, ele está diretamente relacionado ao conteúdo experimental. Para isto, foi delimitado um campo amostral, que foram todas as universidades públicas da Região Sudeste (22) que possuem licenciatura em química presencial.

Dentro da discussão que permeia este estudo torna-se então necessário destacar que quando conhecimentos específicos geram significados, eles passam a ter importância para a formação inicial de professores e para sua atuação profissional diante da realidade da sala de aula. E como um conteúdo pode gerar significado? No campo da pesquisa em educação, várias propostas vêm sendo discutidas e neste trabalho optou-se pelo uso da contextualização no ensino. O intuito foi utilizá-la como forma de demonstrar os aspectos históricos e uma dimensão aplicada da química de coordenação. Esta proposta não foi escolhida a priori, mas fruto de uma coleta de dados obtidos durante os questionários e as entrevistas aplicados aos professores da UFJF, que será melhor detalhado no item 5.2 desta dissertação.

Vale destacar a importância do laboratório do ensino superior com suas dificuldades e potencialidades e como espaço de excelência de construção de conhecimentos, levando em consideração tanto aspectos químicos quanto pedagógicos.

Considerando que esta pesquisa teve o intuito de refletir sobre a contribuição que práticas de química de coordenação podem ter para a formação docente, optou-se por fazer um curso de extensão com práticas escolhidas, com o propósito de fazer uma reflexão sobre a relação delas com a atuação do professor na escola básica. Para isso foi necessário fazer um planejamento que teve início com estudos dos conteúdos de química de coordenação que poderiam ser abordados no curso de extensão. A seguir foi feita a escolha de práticas experimentais que estivessem em consonância com a proposta da pesquisa e foram realizadas algumas complementações didáticas cujo objetivo é fazer com que as práticas pudessem gerar debates e significados para os participantes do curso.

Para entender como o trabalho foi desenvolvido, esta dissertação foi dividida em seis capítulos. O segundo capítulo apresenta um breve levantamento de trabalhos de pesquisa que tratam da importância das formações inicial e continuada. No capítulo há uma breve introdução sobre a evolução dos cursos de licenciatura em química no Brasil e sobre o papel dos currículos para estes cursos. Além disso, também discute a importância dos conhecimentos específicos no processo de formação de professores. Ainda neste segundo capítulo, buscou-se fazer um breve levantamento sobre a situação da docência no ensino



superior, suas dificuldades e potencialidades, uma vez que ela está envolvida diretamente na formação dos professores da escola básica.

Para entender como a química de coordenação está envolvida na formação de professores, o capítulo três faz uma introdução sobre este conhecimento e aponta a relevância da sua aplicabilidade. Optou-se por trabalhar com a proposta de contextualização, portanto o capítulo também dá ênfase na contextualização no ensino de química, problematizando que seu significado não é unânime entre os pesquisadores; discutindo sua aproximação com o cotidiano e apresentando as perspectivas que podem ser suporte quando há a aplicação deste recurso. Além disso, discute a contextualização aplicada nesta pesquisa, que teve a perspectiva histórica tendo dois enfoques: o que utiliza a história da química de coordenação e o que considera um conteúdo aplicado, a cianotipia. Também introduz uma breve apresentação sobre a importância do laboratório como locus privilegiado na prática do conhecimento.

O capítulo quatro descreve o percurso metodológico de cunho qualitativo utilizado no trabalho, descrevendo os instrumentos utilizados para a obtenção e tratamento dos dados. Este percurso foi dividido em seis etapas, sendo que a primeira foi a caracterização de um campo amostral de universidades públicas do sudeste brasileiro, que teve o intuito de identificar nos currículos (grades obrigatórias) dos cursos de licenciatura em química, a presença ou ausência de disciplinas que continham conteúdos teóricos e práticas de química de coordenação. A segunda, terceira e quarta etapas se relacionam com o planejamento e execução do curso de extensão: “Refletindo conhecimentos em Química Inorgânica utilizando a experimentação”, realizado nas dependências do Instituto de Ciências Exatas (ICE) da UFJF. A quinta etapa foi realizada junto aos estudantes que integram o curso de licenciatura em química da instituição citada, cujo objetivo foi fazer uma análise comparativa com os dados obtidos no curso de extensão. E por fim, a sexta etapa foi a interpretação dos dados utilizando a técnica de Análise de Conteúdo.

O capítulo cinco descreve os resultados e discussões obtidos durante o percurso metodológico da pesquisa. O trabalho se encerra nas considerações finais, que levantam as reflexões da pesquisa.

## 1.2 A PERGUNTA DA PESQUISA

Aliado aos conhecimentos pedagógicos, os conhecimentos específicos têm grande importância na formação de professores, seja por ampliar os conhecimentos em química ou para auxiliá-lo na sua atuação em sala de aula. O cerceamento de um conhecimento na formação do professor pode vir a criar uma lacuna e ocasionar prejuízos para esta formação.

Diante da ausência da disciplina experimental de química de coordenação na grade curricular do curso de química de algumas instituições de ensino superior, destacando a Universidade Federal de Juiz de Fora, surgiu a nossa pergunta da pesquisa: práticas de química de coordenação podem contribuir para a formação do professor?

## 1.3 OS OBJETIVOS DESTA INVESTIGAÇÃO

Como objetivo geral da pesquisa:

– Contribuir para a ampliação de possibilidades do laboratório de ensino superior na formação de professores através de práticas de química de coordenação.

Os objetivos específicos foram:

– Fazer uma análise das grades, ementas e dos Projetos Político Pedagógicos dos cursos de licenciatura em química de 22 instituições de ensino superior da Região Sudeste com o intuito de verificar a ausência/presença de conteúdos teóricos e experimentais de química de coordenação;

– Identificar os conteúdos de química de coordenação que são trabalhados nas aulas teóricas e as práticas que são desenvolvidas.

– Selecionar práticas de química de coordenação e realizar adaptações didáticas relacionando o conteúdo de química de coordenação e os conteúdos desenvolvidos no ensino básico.

– Executar as práticas selecionadas junto aos professores do ensino básico realizando uma análise e reflexão dos resultados alcançados.

## **2 UM BREVE LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO SOBRE: A FORMAÇÃO INICIAL E CONTINUADA DE QUÍMICA, OS CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS NA LICENCIATURA E A DOCÊNCIA NO ENSINO SUPERIOR**

---

### **2.1 – FORMAÇÃO INICIAL E CONTINUADA DE PROFESSORES DE QUÍMICA**

A licenciatura em química como formação inicial, tem sido muito discutida em diversas pesquisas que envolvem educação. Muitas delas destacam a importância de refletir sobre os cursos, para que possam contribuir para uma formação profissional, que atenda às necessidades do ensino na escola básica (SILVA & OLIVEIRA, 2009). Os autores destacam alguns aspectos para a formação de um bom professor: “conhecimento do conteúdo a ser ensinado, conhecimento curricular, conhecimento pedagógico sobre a disciplina escolar química, conhecimentos sobre a construção do conhecimento específico”, além de “especificidades sobre o ensino e aprendizagem da ciência Química” (p. 43)

A formação inicial tem um papel importante para o educador, pois apresenta os principais pressupostos formativos para desempenhar sua atividade profissional. Ele deve ter uma formação consistente para enfrentar situações complexas, sejam elas envolvidas nos aspectos teóricos ou nos didático-pedagógicos do ensino (SILVEIRA & OLIVEIRA, 2009).

Para compreender a formação inicial dentro dos cursos de licenciatura, é necessário entender o locus em que estes cursos estão inseridos, ou seja, as instituições de ensino superior. A universidade é um espaço de excelência na formação de intelectuais, docentes, técnicos e tecnólogos. Ela contribui para a construção contínua do mundo e sua configuração presente (ZUCCO, PESSINE & ANDRADE, 1999). As instituições de ensino superior têm um papel muito importante no movimento de transformação da sociedade, pois é o lugar de formação profissional. E como formadora de professores, elas se veem diante de um grande desafio que é a melhoria da educação. Por outro lado, sua amplitude e abrangência organizacional são influenciadas pelas mudanças que ocorrem tanto na sociedade quanto nas políticas públicas.

O mundo globalizado impõe a necessidade de permanente reconstrução de valores, conhecimentos e atitudes. Vivemos em uma sociedade da informação, onde o rápido desenvolvimento tecnológico exige a permanente reformulação das profissões. Assim, não se constata apenas um crescimento quantitativo da demanda por formação, na medida em que as pessoas necessitam continuar aprendendo, mas há também uma mudança qualitativa no sentido de uma crescente diversificação e personalização do processo formativo. (JESUS, ARAÚJO & VIANNA, 2014, p.01)

Desde a criação dos cursos de licenciatura em química que remonta a 1940, sempre houve preocupação com o currículo e com a necessidade de uma reformulação. Mas somente nas duas décadas do século passado, isso ficou latente, não somente induzida por normas advindas do Conselho Nacional de Educação (CNE) ou da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB/1996), mas principalmente pela necessidade de mudanças observadas por pesquisadores de cursos de pós-graduação em educação ou ensino de química/ciências que tiveram destaque após 1990 (SILVA SÁ & SANTOS, 2017).

Dentro do cenário de novas propostas para a formação de professores de química, os cursos de licenciatura em química buscam reformular seus currículos com o intuito de adequar à realidade das demandas legais. E esta organização curricular é apresentada por meio do Projeto Político de Curso (PPC) (MESQUITA, CARDOSO & SOARES, 2013). Segundo os autores:

Por meio do seu Projeto Pedagógico de Curso (PPC), as disciplinas são geralmente organizadas em núcleos que compreendem basicamente as disciplinas específicas do conhecimento químico e as disciplinas de cunho pedagógico. Estas fazem parte da dimensão de natureza científico-cultural proposta na Resolução CNE/CP nº2 que institui a carga horária e duração dos cursos de licenciatura. (p. 199)

Em 2015 foi estabelecida a resolução nº 2 que define as diretrizes curriculares nacionais para a formação inicial em nível superior e para a formação continuada. Dentre outras especificações, ela estabelece em seu artigo art. 13, parágrafo primeiro que os cursos de formação inicial terão no mínimo 3200 horas de efetivo trabalho acadêmico. Sendo que, pelo menos 2200 horas sejam dedicadas às atividades formativas referentes: I – núcleo de estudos de formação geral, das áreas específicas e interdisciplinares, e do campo educacional, seus fundamentos e metodologias, e das diversas realidades educacionais e II - núcleo de aprofundamento e diversificação de estudos das áreas de atuação profissional, incluindo os conteúdos específicos e pedagógicos, priorizadas pelo projeto pedagógico das instituições, em sintonia com os sistemas de ensino (BRASIL, 2015). Devido aos diferentes contextos de

cursos de licenciatura, há uma diferença na distribuição de carga horária e eles se organizam ao interpretar documentos e ressignificá-los na execução de uma proposta (MESQUITA, CARDOSO & SOARES, 2013).

Nos cursos de licenciatura, o projeto acadêmico das universidades não deve ser pautado apenas no cumprimento de exigências legalistas, mas tendo significados na trajetória de um trabalho de reflexão e no avanço epistemológico e político da área da Educação (DIAS-DASILVA et al, 2008).

A reformulação dos currículos deve levar em consideração diversos aspectos que se relacionam, por exemplo, com a identidade profissional que se pretende formar, com as habilidades e competências em docência que podem ser desenvolvidas. Além disso, é necessário refletir sobre a relação do saber e do ensinar, e para isso o futuro docente, além dos conhecimentos pedagógicos, deve ter um conhecimento geral e abrangente de química. Segundo Ciríaco e Silva (2011): “Embora a universidade não seja o único lócus de formação, é inegável que tenha responsabilidade no embasamento teórico com relação aos conteúdos específicos.” (p.03)

Para pensar em um currículo que possa contribuir de forma significativa para a formação do professor de química deve-se buscar compreender a importância dos conteúdos específicos de química, uma vez que ocupam uma carga horária relativamente extensa da graduação. Porém, muitas disciplinas de conteúdos específicos mantêm uma característica fundamentada na formação científica, com interface do bacharelado. Uma das causas desta roupagem se deve ao histórico dos cursos de licenciatura. Pois o quadro de currículo que perdurou durante muitos anos foi baseado nos primeiros modelos de currículo de licenciatura (1940), que eram chamados de 3 + 1, em que os três anos iniciais estavam concentrados em disciplinas específicas comuns às grades de licenciatura e bacharelado e um ano com disciplinas pedagógicas (FIGUEREDO & EICHLER, 2013). Segundo Ciríaco (2009):

Muitos dilemas e incertezas ocorrem na formação de professores de Química, certamente, decorrentes de um modelo curricular apendiculado ao bacharelado de quem ainda não foram capazes de se desvencilhar, mas novos caminhos já apontam para outra direção, a direção do “aprender a aprender”, a trabalhar no sentido de formar cidadãos, e não apenas informar. (p.77)

Alguns pesquisadores como Santos e Cavalcanti (2012) acreditam que muitos problemas que os professores enfrentam em sala de aula da educação básica, como saber o que, como e porque ensinar, estão relacionados ao modelo curricular ligado ao bacharelado. Segundo eles: “Sendo assim o professor opta por ensinar química da mesma maneira que ele

aprendeu nas disciplinas específicas, o que dificulta a compreensão do ensino como atividade complexa.” (p.03)

É certo que as disciplinas pedagógicas têm um importante papel na formação do professor, mas elas muitas vezes se distanciam daquelas que relacionam os conhecimentos em química, como se o professor fosse formado em duas dimensões. Uma que relaciona o saber químico e outra que relaciona o saber pedagógico, o que acaba criando uma sensação de fracasso dentro das próprias instituições formadoras (MALDANER, 1999).

A dimensão usual de formação dos professores, demasiadamente restrita e não problematizada restringe-a em fases estanque nos cursos de magistério, pedagogia, licenciaturas, mestrados e formação continuada. A atuação com fases estanques é, sem dúvida, uma das responsáveis pela crise das licenciaturas no âmbito das próprias universidades. Formam-se sempre, mais a convicção, entre os professores universitários responsáveis pela formação específica de professor e os pesquisadores educacionais, de que somos incapazes de formar bons professores. (MALDANER, 1999, p.44)

Assim as disciplinas voltadas para a ciência Química podem contribuir para a formação inicial quando estas reconhecem a identidade do profissional a ser formado. As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) citam competências e habilidades que os licenciados devem possuir com relação à compreensão da Química, como compreender conceitos, leis e princípios (BRASIL, 2001). Mas estabelece um perfil dos formandos:

O Licenciado em Química deve ter formação generalista, mas sólida e abrangente em conteúdos dos diversos campos da Química, preparação adequada à aplicação pedagógica do conhecimento e experiências de Química e de áreas afins na atuação profissional como educador na educação fundamental e média. (p.04)

Diante disto, é importante que as instituições de ensino superior possam associar os conteúdos específicos com práticas pedagógicas que contribuem para a formação do professor. Como afirma Silva e Oliveira (2009), muitas vezes o docente que trabalha estes conhecimentos acredita que não tenha responsabilidade para a formação pedagógica. Cada dia mais, esta necessidade de repensar a docência no ensino superior se torna latente.

É importante também ressaltar que quando o conteúdo teórico é utilizado de forma diferente da habitual, há mais ganho para a aprendizagem. Segundo Silveira e Oliveira (2009):

As Licenciaturas precisam trabalhar os conteúdos específicos das disciplinas, priorizando as análises críticas visando a construção de novos conhecimentos, associados com a realidade em que se vive. Enfim, os Cursos de Licenciaturas precisam desenvolver nos futuros professores de Ciências, novos saberes dentro de uma visão crítica. (p.02)

Se os conhecimentos específicos têm um papel importante na formação inicial, isto também se reflete na formação continuada. Sobre ela, muitas pesquisas apontam duas finalidades, uma voltada para a complementação e outra como forma de sanar o déficit na formação inicial. Segundo Borges (2016):

O professor se constitui a partir de um processo contínuo de formação, que parte de seus conhecimentos construídos em seu curso de formação inicial, e sobre os quais são agregados fundamentos teóricos, pedagógicos, epistemológicos, psicológicos e elementos práticos oriundos da atividade docente. (p.02)

Algumas razões apontam para a importância da formação continuada de professores, como a necessidade de um aprimoramento contínuo do professor e para sanar os danos causados pelas lacunas em sua formação inicial (SCHNETZLER, 2002).

Sendo considerada como um processo contínuo, evolutivo e progressivo dos conhecimentos profissionais, a formação continuada (FC) se estabelece como forma de suprir as defasagens encontradas pelos professores no exercício de sua prática, que não foram primeiramente contempladas por imediato na sua formação inicial. (NIEZER, SILVEIRA & FABRI, 2017, p.02)

A formação inicial nem sempre supre as necessidades apresentadas pelo professor quando este se vê inserido em uma sala de aula. Não há como negar que ao longo da sua profissão, o professor se encontra imerso em desafios que sua formação não consegue englobar, pois há fatores como, por exemplo, a tecnologia e as pesquisas em educação, que fazem com que haja a necessidade de uma constante formação (MALDANER, 1999).

Maldaner (1999) destaca que os professores buscam cursos de formação continuada para fazerem atualizações, estabelecer debates e repensar o saber docente, mas além disto buscam suprir algumas deficiências da graduação. Segundo Seixas, Calabró e Sousa (2017):

Existem dificuldades presentes na construção dos conhecimentos e nas práticas pedagógicas desses professores, relacionadas, muitas vezes, ao seu processo de formação inicial, durante o qual apresenta deficiências tanto na formação específica quanto na pedagógica. (p.290)

Além disso, a formação continuada tem a potencialidade e a necessidade de criar relações estratégicas entre a formação e o trabalho (FERREIRA, 2008). O profissional que procura uma formação contínua também traz expectativas e experiências advindas de sua prática, o que pode contribuir para um processo formativo.

A formação continuada sob o ponto de vista de uma complementação, tem embasamento na ideia de que o profissional sempre está em formação. Pois os conhecimentos científicos e pedagógicos vão sendo (re)construídos à medida que diversas pesquisas vêm sendo realizadas. Segundo Seixas, Calabro e Sousa (2017) vivemos em um mundo de mudanças rápidas e contínuas, em que nenhum profissional deve ficar desatualizado em sua trajetória.

Vale ressaltar ainda que a formação continuada pode ser um valioso instrumento para criar um espaço de aprendizagem e debate, mas assim como a inicial pode estar enraizada da racionalidade técnica (DUARTE et al, 2009). Segundo os autores:

A reflexão já produzida por vários autores sobre a formação de professores tem apontado e criticado o predomínio do modelo de formação no qual o professor é concebido como técnico, e sua atividade profissional como aplicação de teorias e técnicas na solução de problemas, ou seja, dirigida por uma racionalidade instrumental ou técnica. O docente é concebido como um reprodutor de conhecimentos, cuja prática sustenta-se numa didática instrumental. (DUARTE et al, 2009, p. 03)

Assim, para além de uma visão simplista de formação inicial ou continuada, com reproduções de técnicas e metodologias, é necessário refletir sobre e como transformar estes espaços de formação em ambientes onde os conhecimentos podem ser compartilhados e refletidos.

## 2.2 A DOCÊNCIA NO ENSINO SUPERIOR

Diante do desafio de pensar disciplinas de conhecimentos específicos voltados para a formação inicial do professor de química, um novo olhar deve ser voltado para as Instituições de Ensino Superior (IES) e o comprometimento delas com a formação deste profissional e isso requer uma postura da própria instituição formadora (TARDIF, 2002). Pois, apesar de não ser o primeiro espaço de formação do professor, uma vez que ele traz consigo suas próprias ideologias (como seu pensamento docente espontâneo) (MALDANER, 1999), a graduação tem um forte significado para a profissionalização do docente.

Dentro da perspectiva reflexiva sobre a formação inicial e continuada e sua relação com os conhecimentos específicos, é importante destacar um personagem dentro das IES que tem um papel fundamental nessa formação docente, que é o professor do ensino superior. Segundo Zucco, Pessine e Andrade (1999): “Mas para que esses novos currículos,



montados sobre este novo paradigma educacional, sejam eficazes, há que haver, igualmente, uma mudança de postura institucional e um novo envolvimento do corpo docente.” (p.455) Não há como não considerar a importância desse profissional, tanto nos conhecimentos de química quanto nos pedagógicos.

Com isto, as pesquisas na área de Docência no Ensino superior vêm crescendo nos últimos anos, mas ainda tem pouco destaque quando comparadas com as que envolvem a educação básica. Segundo Torres e Almeida (2013) a “Pedagogia Universitária” tem alcançado discussões no mundo todo, principalmente diante dos novos desafios e necessidades que os docentes das Instituições de Ensino Superior enfrentam.

Com a expansão desse nível de ensino, ocorre a diversificação das instituições e a interiorização da educação pública federal, acompanhada por uma política de democratização de acesso à educação superior, desafiando as IES e seus professores a lidar com uma diversidade de demandas e necessidades que afloram cotidianamente em sala de aula e na organização institucional. (TORRES & ALMEIDA, 2013, p. 16)

Alguns questionamentos apontam para o despreparo dos docentes dessas instituições quanto ao aspecto pedagógico, principalmente quando eles estão diante da formação de professores que atuarão na escola básica. É inegável que os profissionais que lecionam no ensino superior tenham domínio do conteúdo específico que ensinam na graduação, mas é necessário que outros aspectos pedagógicos coexistam. Segundo Arroio, Rodrigues Filho e Silva (2006):

Em conjunto ao domínio do conhecimento específico de sua área, é primordial, também, que o professor do ensino superior tenha profunda competência pedagógica, como sendo um requisito importante para trabalhar a formação de seus alunos. (p.1387)

Dessa forma, é necessário um novo pensar sobre a formação do professor que atuará no ensino superior, o que faz a atenção ser voltada para os cursos de pós-graduação. De acordo com a Lei Federal 9394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional, a formação docente para o nível superior se dá nos cursos de mestrado e doutorado. Segundo o Art. 66 da referida lei: “A preparação para o exercício do magistério superior far-se-á em nível de pós-graduação, principalmente em programas de mestrado e doutorado.”

No entanto, no campo normativo esta lei deixa uma lacuna com relação à prática de ensino para o curso superior. Segundo o “Art. 65: A formação docente, exceto para a educação superior, incluirá prática de ensino de, no mínimo, trezentas horas.”

Segundo Arroio (2000):

A criação de novas formas de trabalho e as adaptações de prática docente estão relacionadas diretamente ao espírito crítico e reflexivo. Assim, é extremamente relevante para os alunos a oportunidade de vivenciar estas atividades relacionadas à docência em seu processo de formação, pois, através da reflexão sobre suas experiências, ele pode romper com o continuísmo tão arraigado em nossos cursos. (p. 05)

### 3 A IMPORTÂNCIA DA QUÍMICA DE COORDENAÇÃO, DA CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA E DO LABORATÓRIO DE ENSINO SUPERIOR

---

#### 3.1 A QUÍMICA DE COORDENAÇÃO

Fazendo uma simples análise da Tabela Periódica, pelo menos 75% dos elementos químicos são metais e grande parte deles é composta pelos elementos de transição. A presença de “orbitais d” na camada de valência faz com que a abordagem com relação aos elementos representativos não seja suficiente para entender como estes metais formam compostos moleculares. É necessário então adentrar em uma outra área de conhecimento que é a Química de Coordenação (QC) (TOMA, 2013).

A química de coordenação é uma área de conhecimento relativamente nova, possui um pouco mais de um século de existência e seu surgimento ocorreu principalmente devido aos estudos de Alfred Werner (1866-1919) (SANTOS et al, 2014), que será melhor detalhado no item 5.3.2 deste trabalho. No que tange a pesquisa, ela é uma ciência plurifacetada, e se apresenta como um ramo da química inorgânica que vem se destacando no mundo científico e contribuindo para todas as áreas da química (SANTOS et al, 2014). Segundo Beraldo (2011): “A pesquisa moderna em química inorgânica relaciona-se em grande parte à química de coordenação, que se desenvolveu de forma consistente a partir dos anos 1950-1960.” (p. 29)

Segundo as diretrizes curriculares nacionais para os cursos de química alguns conhecimentos básicos e essenciais de química devem estar presentes nas graduações, tanto na modalidade de bacharelado, quanto na de licenciatura.<sup>1</sup> Dentre eles, destaca-se o estudo tanto teórico quanto laboratorial de compostos de coordenação. Isso se faz necessário para que sua formação seja generalista em todo o conhecimento químico.

É certo que quando são analisados os conteúdos de química que fazem parte do corpo curricular do ensino médio, não há a aplicação direta da química de coordenação, o que não descaracteriza a importância dela na formação do professor. Pois, o conhecimento específico de química, aliado ao aspecto pedagógico que este professor tem acesso na

---

<sup>1</sup> Segundo as diretrizes, os conhecimentos básicos (Teoria e Laboratório) são: “Propriedades físico-químicas das substâncias e dos materiais; estrutura atômica e molecular; análise química (métodos químicos e físicos e controle de qualidade analítico); termodinâmica química; cinética química; estudo de compostos orgânicos, organometálicos, compostos de coordenação, macromoléculas e biomoléculas; técnicas básicas de laboratório.” (Grifo nosso) (BRASIL, 2001, p. 08)

graduação, permite que possa estabelecer um olhar mais amplo, crítico e reflexivo sobre a ciência química.

Após o seu surgimento, várias pesquisas foram e estão sendo feitas sobre a aplicabilidade desta área de conhecimento. Seja para a própria ciência química ou para a interdisciplinariedade entre outras áreas, é certo que ela tem contribuído sobremaneira para o desenvolvimento científico. Sua aplicabilidade se vê presente desde processos naturais, como a respiração e a fotossíntese, quanto nos artificiais, como na indústria e na saúde<sup>2</sup> (OGLIO & HOEHNE, 2013).

Diante da variedade de aplicações da química de coordenação e sua crescente influência nas áreas de pesquisa, uma reflexão deve ser voltada para a sua importância na graduação. Não apenas aos futuros pesquisadores da área de química, mas também para aqueles que se dedicam à educação, ou seja, profissionais que irão lecionar na escola básica.

O que tem levantado muitas discussões na área de educação em química é possibilidade de trazer a ciência mais próxima da realidade do aluno. E mediante isto, é importante que na formação dos professores esta prática deva ser discutida entre os licenciandos (WHARTA, SILVA & BEJARANO, 2013). Cercar o conhecimento da química de coordenação pode trazer um prejuízo na sua formação, pois é uma grande oportunidade de contato com uma área de intensa aplicabilidade.

### 3.2 A CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

A respeito da formação de professores, pesquisas apontam para a necessidade de investigar tipos de abordagens que se mostram mais eficientes para que conteúdos de química trabalhados tenham maiores significados (OKI & MORADILLO, 2008). E dentro desta discussão, das várias estratégias propostas destaca-se a contextualização no ensino. Especialmente no que tange o ensino de química, ela deveria não ser apenas um recurso metodológico, mas um princípio norteador (WHARTA, SILVA & BEJARANO, 2013).

O significado do termo contextualização, apesar de frequente, não é unânime entre professores, pesquisadores e profissionais envolvidos na área de ensino de química. O que tem se observado em pesquisas e trabalhos publicados é que, cada autor e pesquisador segue uma linha filosófica. Outro fator que interfere na conceituação do termo é a

---

<sup>2</sup> Compostos de platina, principalmente a cisplatina ( $\text{cis-[PtCl}_2(\text{NH}_3)_2]$ ) são muito utilizados na quimioterapia para o tratamento de câncer.

aproximação entre as expressões contextualização e cotidiano, sendo que, alguns trabalhos de pesquisa apontam para uma congruência entre eles (WHARTA, SILVA & BEJARANO, 2013).

A ideia de trabalhar com o cotidiano no ensino de química está mais próxima da realidade de muitos professores. Segundo Wharta, Silva e Bejarano (2013):

Em relação ao ensino de química, ao se falar em cotidiano, há um tipo de consenso, principalmente entre professores do ensino médio. O termo é amplamente conhecido e, aos olhos da maioria, é uma abordagem fácil de ser posta em prática. (p. 84)

Devido à aproximação e até mesmo o uso do cotidiano e da contextualização como sinônimos, uma das preocupações é justamente não reduzir estes dois termos à ideia de exemplificar o conhecimento químico.

Segundo Wharta, Silva e Bejarano (2013), após a introdução normativa nos parâmetros curriculares nacionais a contextualização é uma realidade que vem sendo desenvolvida tanto no ensino superior quanto no ensino básico, e pode ser uma ferramenta importante para abrir possibilidades de ver a ciência de maneira dinâmica e ampla.

Além disso, os autores ainda apontam a possibilidade de diversas perspectivas quando se fala em contextualização e que como não há consenso entre os pesquisadores, há uma preocupação em delimitar o campo de estudo em uma destas diretrizes. As perspectivas colocadas quando se fala em contextualização são: a contextualização não redutiva, a partir do cotidiano; a contextualização a partir da abordagem CTS – Ciência, tecnologia e sociedade; e a contextualização a partir de aportes da história e da filosofia das ciências.

Esta pesquisa abordou a contextualização em uma perspectiva histórica. Foram considerados dois aspectos que estão relacionados ao estudo da química de coordenação. O primeiro aspecto é sob o ponto de vista da utilização da história da ciência, tendo como marco o contexto histórico-científico do século XIX, para abordar a Teoria de Werner. Um dos aspectos muito discutidos entre pesquisadores e pensadores da área é fazer com que a história das ciências se apresente como uma ferramenta para abrir diálogo com os conhecimentos químicos, mas não considerando a ciência socialmente neutra e nem sob uma visão cumulativa (REIS, SILVA & BUZA, 2012).

Aliado à perspectiva histórica da contextualização, o segundo aspecto se caracteriza pelo uso dela como forma de aplicação de um conteúdo de química de

coordenação, envolvendo a cianotipia, uma técnica de impressão fotográfica do século XIX que usa complexos de ferro.

### 3.2.1 A Contextualização sob o enfoque histórico

Utilizar a história da ciência na compreensão dos conhecimentos científicos tem sido muito debatido nos últimos anos. Muitos professores ainda a utilizam como forma de demonstrar algum conceito, mas muitas vezes de forma fragmentada, como um apêndice informativo de algum conteúdo. Porém, ela vai muito além de um recurso metodológico cujo fundamento está na introdução de algum conhecimento. Ela pode auxiliar o estudante a compreender que a ciência não está pronta e indiscutivelmente verdadeira, mas sim um processo de construção (REIS, SILVA & BUZA, 2012).

Diante da importância da história das ciências para compreender como o conhecimento científico foi construído, a química de coordenação tem muito a contribuir, uma vez que a sua história se confunde com a própria história da química inorgânica ou até mesmo da química em seus aspectos gerais. Isto devido às descobertas científicas que foram essenciais para explicar e entender os complexos e que se estenderam às outras áreas, como as ideias de valência variável, que até então não era aceita na sociedade científica. (SANTOS et al, 2014)

É importante que, quando a história das ciências é trabalhada dentro de um conteúdo específico, haja a percepção pelos alunos e professores de que o conhecimento científico não foi construído com linearidade, nem que seja um desenvolvimento de conceitos, o que não nega a ocorrência em determinadas situações. E a história da química de coordenação é marcada de verdadeiras revoluções dentro do meio científico, principalmente por ter sido, durante a sua origem, uma ciência com ideias novas, tendo o jovem cientista Alfred Werner, como um dos maiores protagonistas. Segundo Toma (2014):

Geralmente, o aparecimento de uma nova teoria é facilitado quando não existe outra dominante, capaz de sufocá-la em sua origem. Esse, sem dúvida, foi o grande problema enfrentado por Alfred Werner. Porém, ao seu favor, estava o fato de que as grandes revoluções científicas sempre privilegiam as mentes jovens, mais desinibidas e sem medo de errar. E foi exatamente isso que aconteceu. (p. 579)

Além disso, muitos esforços estão sendo realizados para que reformas no ensino sejam feitas a fim de incorporar elementos importantes da história da ciência também nos

laboratórios de ensino, apesar do padrão predominante das escolas na virada do século XXI, seja a omissão da história da ciência em aulas experimentais (LUNETTA, HOFSTEIN & CLOUGH, 2005). Essa estrutura omissa reforça a realidade vivenciada em laboratórios de ensino, que normalmente envolvem estudantes em procedimentos ritualísticos para verificar conclusões de livros didáticos e professores (LUNETTA, HOFSTEIN & CLOUGH, 2005)

### 3.3 O LABORATÓRIO DE QUÍMICA NO ENSINO SUPERIOR

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais, o ensino de química experimental é obrigatório tanto ao curso de licenciatura quanto o de bacharelado. Porém, elas descrevem competências e habilidades específicas para o licenciando, como trabalhar em equipe e ter espírito investigativo, criatividade, iniciativa e conhecer bem uma pesquisa educacional (SATO, 2011).

Para que tais habilidades possam ser desenvolvidas nos licenciandos, é necessária uma reflexão para a realidade dos laboratórios de ensino e o trabalho desenvolvido neles. Para entender como hoje eles se apresentam, é importante entender um pouco da sua história.

No início do século XVII, na Universidade de Marbug, surgiu o laboratório didático relacionado com o ensino de química, inicialmente como quimiatría ou iatroquímica atendendo às necessidades básicas dos cursos de medicina e farmácia. Foi no final do século XVII e início do século XVIII, com o Iluminismo, que a química passa a ter seus próprios campos de pesquisa. Com a Revolução Industrial, surgiu a necessidade da química na chamada agricultura científica, e no final do século XVIII inicia-se os laboratórios de ensino de química (SATO, 2011).

Um dos nomes de destaque no laboratório didático foi Justus Von Liebig (1803-1873) pois sua visão de aulas experimentais não se limitavam a demonstrações ou redescobertas de princípios químicos, ele ensinava seus alunos a pesquisar em Química (SATO, 2011).

Tradicionalmente os laboratórios de ensino superior em química, se baseiam na racionalidade técnica. Alguns autores como Gil (2007) apontam uma preocupação com o laboratório de ensino superior sendo utilizado como uma transmissão de conhecimentos. Perde-se um tempo desnecessário, desperdiçando um espaço que seria para aprendizagem de conhecimentos e de atitudes mais complexas.

Dentro dos saberes a serem desenvolvidos em um curso de licenciatura em química, destaca-se a importância dos laboratórios para a formação do professor de química. Ele se caracteriza como um espaço privilegiado onde os conhecimentos específicos e pedagógicos podem coexistir. Segundo Sato (2011):

Apesar das aulas prático-experimentais poderem ser supridas em alguns aspectos por outras metodologias de ensino, existem algumas contribuições que são específicas nessas aulas, além de experiências que dificilmente são reproduzíveis em outros ambientes de ensino. (p.33)

O laboratório didático é uma excelente ferramenta para que o aluno possa fazer uma articulação entre a teoria e a prática, adequar o referencial teórico e o empírico. Ainda segundo Sato (2011), a separação entre teoria e prática, sem uma devida interação, pode trazer concepções errôneas para os alunos. Isto se reflete na formação do professor de química, se tornando um ciclo, quando ele atua na escola básica. Se a aula prático-experimental puder desenvolver habilidades e peculiaridades do ambiente, há uma contribuição para o ensino. Mas se não cumpre este papel, seu uso pode ser considerado desnecessário (SATO, 2011). Diante do exposto, é necessário um pensar sobre a importância do laboratório na formação dos professores.

Segundo Mendes Sobrinho (2002):

Diante da aceleração e intensificação da necessidade de mudança como um fenômeno social cada vez mais frequente que assistimos cotidianamente, somos levados a acreditar que, em igual ritmo, devem mover-se a escola, suas práticas pedagógicas e a própria formação de professores, por serem reconhecidas pela sociedade como espaços legítimos de abertura para o mundo, para a cultura, para o acadêmico-intelectual, enfim, para o progresso em suas inúmeras vertentes. (p.32)

Se por um lado, o laboratório de ensino superior é um espaço de muita importância para se discutir o conhecimento químico e sua ausência pode ser prejudicial, por outro lado, deve haver um cuidado para que ele não se transforme em um local em que não sejam trabalhados significados para a aprendizagem. Segundo Sato (2011):

Os alunos podem ter um conceito errado do laboratório vendo-o como um local onde se fazem as coisas, ao invés de um local onde se vê o significado do que estão fazendo. A relação entre teoria e prática pode ser comprometida, pois há uma menor articulação o que afeta o significado da aprendizagem do aluno e distorce essa relação com uma visão de submissão de uma das partes pela outra. (SATO, 2011, p.33)

Dentro dessa perspectiva, antes de idealizar uma prática junto aos alunos, o professor deve ter em mente alguns pressupostos, como os objetivos a serem alcançados e



também o conhecimento que pode ser explorado. Além disso, o laboratório deve ser mais do que um locus de transmissão de informações e para isto, deve estar bem claro quais são os conteúdos que serão abordados e a forma como serão trabalhados (LUNETTA, HOFSTEIN & CLOUGH, 2005)

Outro problema muitas vezes enfrentado pelos professores tanto no ensino superior quanto no ensino básico é o uso dos roteiros de laboratório e sua contribuição para o desenvolvimento de saberes. Autores como Lunetta, Hofstein e Clough (2005) criticam a forma tradicional com que os laboratórios de ciências tratam os roteiros de laboratório. Pesquisas apontam que o maior contato com laboratório está nas disciplinas laboratoriais oferecidas durante a graduação (SATO, 2011). Desta forma, refletir sobre a propriedade dos roteiros de laboratório em ensino superior pode auxiliar na atuação do profissional junto à escola básica.

Alguns laboratórios se prendem a roteiros que defendem um ensino ritualístico, onde o aluno se vê imerso em uma sequência de fatos que não tem significado e no final este rito sem fundamento termina na fabricação de um relatório (LUNETTA, HOFSTEIN & CLOUGH, 2005).

Uma graduação que pretende não somente formar químicos, mas formar professores de química que estarão frente a uma realidade dentro de sala de aula, deve voltar o olhar para a importância dos laboratórios de ensino superior. Não somente porque é um locus de aprendizado de conteúdos específicos, mas também um espaço onde várias discussões podem ser feitas e conhecimentos químicos possam ter significados.

## 4 PERCURSO METODOLÓGICO

---

### 4.1 AS ETAPAS E OS INSTRUMENTOS DA PESQUISA NA OBTENÇÃO DOS DADOS

A construção dos dados foi conduzida de acordo com as seguintes etapas:

1ª etapa – Análise das grades e ementas dos cursos de Licenciatura em Química nas Universidades Públicas do sudeste brasileiro. Tal análise teve o intuito de verificar a presença/ausência do conteúdo teórico e prático de química de coordenação nas disciplinas presentes nas grades dos referidos cursos.

2ª etapa – Aplicação de um questionário semiestruturado (Apêndice A) e realização de uma entrevista semiestruturada (Apêndice B) com professores da Universidade Federal de Juiz de Fora que lecionam/lecionaram a disciplina de Química de Coordenação teórica para investigar quais conteúdos são/foram abordados pelos docentes. O objetivo foi direcionar a escolha das práticas.

3ª etapa – Seleção de duas práticas já inseridas no contexto da disciplina de Laboratório de Química de Coordenação com o incremento de duas reflexões: abordagem histórico-científica do século XIX e uma aplicação utilizando a técnica fotográfica de cianotipia. Além disto, nesta etapa realizamos complementações e ajustes que pudessem contribuir para a proposta da pesquisa. Nesta etapa foram elaborados materiais exemplificativos/reflexivos sobre o conteúdo químico abordado. (Apêndice C)

4ª etapa – Realização de um curso de extensão com professores da escola básica que lecionam/lecionaram o conteúdo de Química. Inicialmente, houve uma aplicação de um questionário semiestruturado (Apêndice D) cuja finalidade foi verificar o perfil dos participantes. E a construção dos dados da pesquisa foi realizada durante o curso: “Refletindo conhecimentos em Química Inorgânica utilizando a experimentação”, oferecido no laboratório de ensino do departamento de Química da Universidade Federal de Juiz de Fora. O curso foi pautado na experimentação e discussão teórica com dois encontros de 4 horas (totalizando 8 horas). Dois questionários foram aplicados nesta etapa, um no início (Apêndice E) do curso e outro após a realização deste (Apêndice F). Além disto, para a construção dos dados utilizamos a observação.

5ª etapa – Aplicação de questionário semiestruturado (Apêndice G) aos licenciandos que cursaram a disciplina teórica de química de coordenação para analisar a contribuição deste conhecimento específico para a formação inicial de professores.

6ª etapa – Análise dos dados obtidos através da técnica da Análise de Conteúdo.

A abordagem metodológica da presente investigação é de natureza qualitativa que considera a relação entre o sujeito e o objeto de estudo e busca expor e elucidar os significados que as pessoas atribuem aos eventos (LUDWIG, 2014). Logo não podemos considerar o objeto sem o sujeito. Além disso, não podemos criar uma situação artificial, observa-se a situação no seu acontecer, no seu desenvolvimento (FREITAS, 2007). Esta abordagem também se justifica dada a flexibilização metodológica na construção de dados, pois abre possibilidades como: questionários, entrevistas, observações, etc (MARTINS, 2004). As técnicas ou instrumentos de pesquisa utilizados nesta investigação foram a análise documental, o questionário, a entrevista e a observação.

Para a análise dos dados utilizamos a técnica de Análise de Conteúdo. Para a obtenção de dados junto às universidades públicas selecionadas que será mais detalhada no item 4.2 foi necessário fazer uma análise dos documentos. Estes consistiam nas grades curriculares, ementas e no Projeto Político de Curso (PPC) das licenciaturas em química das referidas universidades.

Segundo Sá-Silva, Almeida e Guindani (2009): “O investigador deve interpretá-los (documentos), sintetizar as informações, determinar tendências e na medida do possível fazer a inferência.” (p. 10). Os autores ainda citam que na obtenção dos resultados mediante os documentos normalmente é utilizada a análise de conteúdo. Ela se fundamenta, uma vez que é uma dentre as diferentes formas de interpretar o conteúdo de um texto, utilizando uma sistematização e extraíndo significados temáticos.

Ainda sobre a análise documental, segundo Jesus, Araújo e Vianna (2014):

O principal objetivo da pesquisa documental é fazer inferências sobre os valores das fontes e dos documentos, no sentido de fornecer evidências que fundamentem afirmações e hipóteses do problema de pesquisa e contribuam para o entendimento da realidade social. Para isso, a pesquisa documental apoia-se no levantamento de documentos já existentes, os quais podem ser dados institucionais mantidos em arquivos de órgãos públicos. (p. 02)

A respeito do questionário, Marconi e Lakatos (2003) assim o conceituam: “é um instrumento de coleta de dados, constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador.” (p.201). Dentro desta técnica de coleta de dados, podemos classificar as perguntas abertas, fechadas ou dicotômicas, ou perguntas de múltiplas escolhas. Dentro do objetivo do trabalho, optamos pela estrutura de múltipla escolha, que se caracteriza por apresentar uma série de possíveis respostas, que

abrangem várias facetas do mesmo assunto em combinação de respostas abertas, o que possibilita mais informações sobre o assunto (MARCONI & LAKATOS, 2003). Ainda sobre os autores, todo questionário deve ser limitado em sua extensão e em finalidade.

Em nossa pesquisa buscamos a utilização de questionários semiestruturados que, segundo Manzini (2003): “O questionário semiestruturado se caracteriza pelo planejamento da coleta de informações através de um roteiro com perguntas básicas e principais que atinjam o objetivo da pesquisa. Um meio para o pesquisador se organizar na interação com o informante.” (p. 14)

Segundo Moré (2015) a entrevista junto à observação do participante de campo, são os principais instrumentos de coleta de dados, pois permitem obter informações de diferentes ângulos tanto do contexto quanto do fenômeno a ser observado. Marconi e Lakatos (2003) definem entrevista como: “Um encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de determinado assunto, mediante uma conversação de natureza profissional.” (p.195). E para eles seu objetivo principal é obter informações sobre determinado assunto ou problema.

Como suporte para a coleta dos dados, as entrevistas foram gravadas em áudio e com posterior transcrição. Para muitos autores como Belei e Gimenez-Paschoal (2008), o uso de gravador é recomendado para a realização de uma entrevista, pois pode captar elementos de comunicação de extrema relevância que podem ser observadas no momento de transcrição.

A técnica da observação, que não ficou restrita à etapa de realização do curso, estando presente em todas as fases da pesquisa, teve um grande significado para a construção dos dados. Segundo Kripka, Bonotto e Richter (2015):

A observação perpassa todas as etapas da pesquisa científica, no entanto, é no momento da constituição de dados que seu papel se torna mais evidente. Pode ser usada como único instrumento de coleta de dados ou associada a outros instrumentos, permitindo o contato do pesquisador com o fenômeno estudado. (p. 235)

Alguns autores como Marconi e Lakatos (2003) chamam a atenção para a observação direta, que examina fatos ou fenômenos investigativos, utilizando de diversos sentidos do pesquisador, e este os utiliza para interpretá-los. E dentro do conceito de observação encontramos aquela que se relaciona com a participação do pesquisador. Em nossa pesquisa ela não se fez completamente isolada dos participantes, mas de certa forma participativa.

A observação assistemática também teve importância em nossa pesquisa e esta pode ser classificada segundo Marconi e Lakatos (2003) como:

A técnica de observação não estruturada ou assistemática, também denominada espontânea, informal, ordinária, simples, livre, ocasional e acidental, consiste em recolher e registrar os fatos da realidade sem que o pesquisador utilize meios técnicos especiais ou precise fazer perguntas diretas. (p. 192)

Durante o curso de extensão, para o registro da coleta de dados, utilizamos notas de campo, onde procuramos identificar os sujeitos, o espaço físico, os diálogos construídos entre os participantes e os comportamentos. Além disso, em alguns momentos de intenso debate utilizamos a gravação de áudio para posterior transcrição.

Os dados de uma pesquisa, por si só, não dizem nada a respeito das informações que podem ser extraídas deles. É necessário que haja um tratamento adequado para que façam sentido e possam fazer uma contribuição à pesquisa educativa. Dessa forma, nosso trabalho utilizou a análise de conteúdo, pois ela se aprofunda no significado das mensagens contidas nos diversos meios de obtenção de dados (FRANCO, 2012). Além disso, é uma técnica aplicável com menor ou maior facilidade a todas as formas de comunicação, seja qual for a natureza do seu suporte (BARDIN, 2009). Segundo Gil (1999):

A análise tem como objetivo organizar e resumir os dados de tal forma que possibilitem o fornecimento de respostas ao problema proposto para investigação. Já a interpretação tem como objetivo a procura do sentido mais amplo das respostas, o que é feito mediante sua ligação a outros conhecimentos anteriormente obtidos. (p. 168)

Os dados obtidos nas pesquisas qualitativas requerem uma análise que se difere das pesquisas quantitativas. Segundo Bardin (2009):

A análise de conteúdo pode ser considerada como um conjunto de técnicas de análises de comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens... A intenção da análise de conteúdo é a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção e de recepção das mensagens, inferências esta que recorre a indicadores (quantitativos, ou não). (p.38)

Segundo Franco (2012): “O ponto de partida da Análise de Conteúdo é a mensagem, seja ela verbal (oral ou escrita), gestual, silenciosa, figurativa, documental ou diretamente provocada.”(p.12). O ponto de partida da presente pesquisa são os pressupostos acima mencionados como forma de investigação da mensagem contida nos dados coletados. Os documentos coletados foram analisados objetivando encontrar significados, como a

importância da influência de um conteúdo específico para a formação inicial e continuada de professores de química.

Para obter os dados dos questionários e das entrevistas, foi solicitado aos participantes uma autorização através do TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexos 2, 3 e 4).

#### 4.2 PRIMEIRA ETAPA: A ANÁLISE DOCUMENTAL

Os documentos analisados foram as grades, ementas e PPC dos cursos de graduação de um campo selecionado de universidades. Mas estes documentos por si só, não representam a verdadeira identidade e o perfil da instituição e tampouco nos fornece informações sobre as características da docência e dos estudantes. Não foi nosso objetivo realizar um estudo aprofundado sobre os aspectos curriculares nem proceder um movimento de tentar compreender o perfil das instituições e dos formandos. Esta etapa teve o intuito de verificar se a realidade encontrada na Universidade Federal de Juiz de Fora está em consonância ou não com outras instituições, ou seja, a ausência de práticas relacionadas à química de coordenação.

Para obtenção dos dados, delimitamos o campo de amostragem através de um critério regional, ou seja, foram analisadas as vinte e duas (22) universidades públicas do sudeste brasileiro que possuem o curso de licenciatura em química na modalidade presencial (Apêndice H). O estudo foi feito através de um levantamento das grades curriculares e das ementas dos cursos de licenciatura em química disponibilizadas em sítios eletrônicos destas instituições. Nós recorremos também ao Projeto Político de Curso e ao contato com coordenadores de algumas dessas instituições para complementar as informações obtidas.

Neste momento houve a preocupação em delimitar uma unidade de análise, definir a forma com que os dados foram sendo organizados. Optou-se por uso de dados comparativos, com valores percentuais. Segundo Teixeira (2003) “A definição da unidade de análise requer a decisão sobre o que interessa investigar” (p.193).

### 4.3 SEGUNDA ETAPA: CONHECENDO A DISCIPLINA TEÓRICA

Nesta etapa da pesquisa o objetivo foi conhecer um pouco a disciplina teórica e com isso obter dados sobre os conteúdos que são comumente trabalhados na disciplina teórica e aqueles que possam contribuir para ampliar essa área de conhecimento. Para isso, foi aplicado um questionário e realizada uma entrevista com professores que lecionam ou lecionaram a disciplina de química de coordenação teórica. E dessa forma poder ter um melhor direcionamento para a escolha das práticas. Pois, antes de idealizar uma prática junto aos alunos, o professor deve ter em mente alguns pressupostos, como os objetivos a serem alcançados e também o conhecimento que pode ser explorado. Por outro lado também procuramos identificar as possíveis abordagens e intervenções, uma vez que se relacionam com as características que um planejamento de aulas experimentais deve conter (LUNETTA, HOFSTEIN & CLOUGH, 2005).

Três professores participaram desta etapa e por preceitos éticos, os nomes foram omitidos e atribuídos nomes fictícios. Em um primeiro momento, os professores responderam a um questionário semiestruturado com conteúdos extraídos, na forma de tópicos, da ementa curricular da disciplina (Anexo 1) que é lecionada na Universidade Federal de Juiz de Fora. Apesar dos tópicos estarem atrelados à ementa, houve liberdade para que os participantes acrescentassem outros que achavam pertinentes. As questões elaboradas foram selecionadas segundo o objetivo específico da etapa, não houve preocupação em aprofundar o assunto. Nosso intuito neste momento foi conhecer quais questões teóricas são consideradas mais relevantes e principalmente quais poderíamos utilizar como forma de contribuição.

A fim de aprofundar nos tópicos abordados nos questionários, em um segundo momento trabalhamos com uma entrevista semiestruturada. O objetivo neste momento foi aprofundar alguns pontos que seriam relevantes e foram mencionados nas questões do questionário.

Os dados coletados serviram como um direcionamento para a próxima etapa.

#### 4.4 TERCEIRA ETAPA: A ESCOLHA DAS PRÁTICAS

A escolha das práticas foi pautada em três momentos. O primeiro ocorreu na análise dos dados que obtivemos com os professores que lecionam/lecionaram a química de coordenação teórica.

Para o segundo momento desta escolha, observamos durante um período letivo uma turma do curso de bacharelado que fez a disciplina de Química de Coordenação Experimental. Com isto conseguimos obter dados sobre as práticas que são desenvolvidas na disciplina e também tivemos contato com as etapas das sínteses, o que foi de suma importância para delimitarmos o tempo e os materiais necessários.

E no último momento, fizemos as complementações didáticas e intervenções no intuito de adaptar estas práticas a nossa proposta de pesquisa. As práticas selecionadas e as abordagens propostas se encontram no capítulo 5 quando da análise dos dados.

#### 4.5 A QUARTA ETAPA: O CURSO DE EXTENSÃO

Como objeto de pesquisa, procuramos refletir sobre as possibilidades de responder aos seguintes questionamentos iniciais: diante do contato com práticas experimentais de química de coordenação o futuro professor pode estabelecer conexões com sua atuação em sala de aula? Ou seja, este contato pode contribuir para a formação do professor? Cercar este conhecimento pode trazer prejuízos para esta formação?

E para que isso fizesse sentido em nossa pesquisa, após o planejamento, tendo as práticas selecionadas, realizamos um curso de extensão: “Refletindo conhecimentos em Química Inorgânica utilizando a experimentação”. Ele ocorreu nas dependências dos laboratórios de ensino do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Juiz de Fora e foi feito em dois encontros com quatro horas cada. O público-alvo deste curso foram professores que atuam na escola básica.

Durante os dois encontros procuramos trabalhar os aportes teóricos de química de coordenação que estavam envolvidos nas sínteses, mas também (e principalmente) levantar questionamentos junto aos participantes sobre os conhecimentos químicos gerais envolvidos. Estes saberes que são suporte para qualquer discussão que envolva química, em todos os



níveis, foram de suma importância para que eles pudessem perceber esta relação com sua atuação em sala de aula.

Buscando também estabelecer um perfil dos participantes, aplicamos um questionário (Apêndice D) para identificar a sua formação, seu contato com o laboratório geral do curso superior e qual o tipo de escola que lecionam. Os dados obtidos serviram como base para a compreensão da análise dos resultados dos outros questionários.

Aplicamos um questionário inicial (Apêndice E) que tinha por objetivo investigar a motivação para participar do curso de extensão e as suas perspectivas sobre a relação do conteúdo trabalhado nos laboratórios de ensino superior com sua atuação como professor. Além disso, buscamos também identificar se tiveram contato com a química de coordenação teórica e experimental e se eles conseguiam, através deste contato, fazer uma relação com sua atuação profissional.

No final do curso, com o intuito de fazer uma análise comparativa sobre o impacto da nossa proposta aplicamos um questionário final (Apêndice F). As questões estavam relacionadas com a visão dos participantes sobre a relação dos conhecimentos trabalhados no curso e a sua atuação em sala de aula. As discussões e reflexões serão apresentadas no item 5.7 deste trabalho.

#### 4.6 QUINTA ETAPA: A PESQUISA COM OS LICENCIANDOS

Uma vez que os licenciandos têm contato apenas com a disciplina teórica, a nossa expectativa neste momento da pesquisa foi conhecer qual a percepção dos alunos da licenciatura, enquanto futuros professores de química, sobre a química de coordenação para a sua formação. Nosso objetivo foi o de obter dados para uma análise comparativa com os participantes do curso de extensão com relação às perspectivas iniciais. Para isto foram aplicados questionários semiestruturados (Apêndice G).

## 5 INTERPRETANDO OS DADOS DA PESQUISA

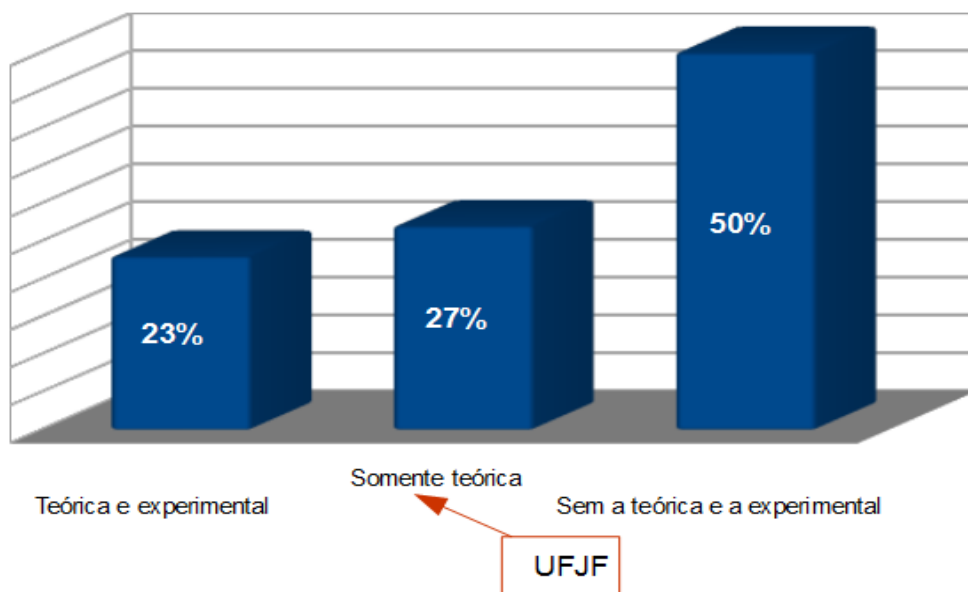
---

### 5.1 A CARACTERIZAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES

A realidade da licenciatura em química encontrada na Universidade Federal de Juiz de Fora, é a ausência de disciplinas que trabalham a prática de química de coordenação. Desta forma, buscamos identificar se é apenas um caso isolado ou se é uma situação recorrente em outras instituições também. Como nesta universidade (UFJF) encontramos a presença da disciplina teórica, também foi necessário verificar se são oferecidos conteúdos teóricos em outras IES. Para realizar esta análise, escolhemos um campo amostral de 22 universidades públicas que possuem licenciatura presencial, elencadas no apêndice H.

Tal como descrita anteriormente, utilizamos da técnica de análise documental, cujos documentos foram: grades curriculares, ementas de disciplinas e PPC dos cursos de licenciatura oferecidos por estas instituições. Os dados obtidos estão dispostos na figura 1.

Figura 1 – Porcentagem da presença de conteúdos teóricos e práticas experimentais nas disciplinas constantes nas grades dos cursos de licenciatura das universidades estudadas



Fonte: Próprio autor

Os dados indicam que 23% do campo amostral das universidades apresentam disciplinas que trabalham conteúdos teóricos e práticas experimentais de química de coordenação, 27% somente os teóricos e 50% não apresentam nem teóricos nem experimentais.

Com relação à situação da Universidade Federal de Juiz de Fora perante a realidade destas instituições, ela se encontra dentro de 27% que não apresentam disciplinas que abordam práticas experimentais, mas que trabalham conteúdos teóricos.

O que chamou a atenção em nossa pesquisa foi que pelos menos 77% das universidades analisadas não apresentam nenhuma disciplina que contenha práticas de química de coordenação. Este dado reflete uma importante e preocupante realidade na maioria destas instituições de ensino superior: os futuros professores não têm contato com experimentos que se relacionam com esta área de conhecimento e pelo menos 50% não tem contanto nem mesmo com a teoria. E dessa forma, reforça nossa preocupação com o objeto de pesquisa que visa tentar compreender se os experimentos podem contribuir para a formação do professor.

## 5.2 O CONTATO COM OS PROFESSORES QUE LECIONAM/LECIONARAM A DISCIPLINA DE QUÍMICA DE COORDENAÇÃO TEÓRICA

Como nosso intuito neste trabalho foi investigar e refletir sobre a contribuição que as práticas de química de coordenação podem ter para a formação docente, baseamos nossas análises em um curso de extensão. Algumas etapas foram necessárias para que este curso pudesse ser concretizado, e uma delas foi construída através de dados obtidos com professores que lecionam ou lecionaram a disciplina teórica de química de coordenação.

Inicialmente, com este encontro tínhamos o intuito de identificar quais os possíveis conteúdos e abordagens que seriam suporte para a escolha das práticas. Mas ele foi além, pois algumas questões foram levantadas por estes professores e algumas identificadas durante a análise dos dados. Começaremos com nossas observações e conclusões obtidas a partir do primeiro momento deste encontro, que foram as respostas obtidas através dos questionários. Seguiremos para a análise das entrevistas com estes professores que, por um lado objetivou aprofundar aspectos dos questionários, como a questão da abordagem histórica,

e por outro abrir um espaço de diálogo para discutir aspectos gerais da ementa da disciplina e observações sobre a própria disciplina.

### 5.2.1 Os questionários

O questionário foi construído tendo como base a ementa da disciplina (Anexo1) e foi organizado em tópicos, que listavam os conteúdos trabalhados na disciplina teórica. Os professores marcaram quais abordavam em suas aulas e também citaram alguns que não se encontravam na lista proposta.

Através deste primeiro contato com os docentes do ensino superior conseguimos identificar um perfil dos conteúdos que são abordados e do tempo gasto com cada um deles.

Utilizamos a Análise de Conteúdo, para interpretar os dados e dessa forma agrupá-los em categorias. Estas surgiram tanto dos conteúdos que estavam listados nos questionários, quanto naqueles incluídos pelos professores. Quatro categorias de tópicos de conteúdos foram criadas: básicos, históricos, os complementados pelos professores e os de aplicação. Estas categorias foram dispostas no quadro 1.

Quadro 1 – Categorias de conteúdos extraídos da interpretação dos dados a partir dos questionários

<b>Categorias de conteúdos detectados na análise dos dados</b>	<b>Número de participantes</b>
Conteúdos básicos	3
Conteúdos históricos	3
Conteúdos complementados pelos professores	3
Conteúdos aplicados	1

Fonte: Próprio autor

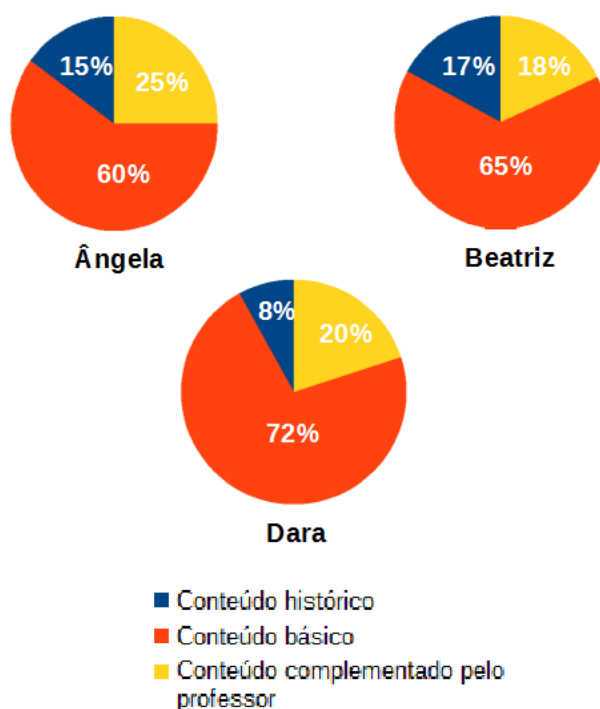
Sobre os conteúdos básicos da disciplina, não houve surpresa em verificar que os participantes assinalaram todos os conteúdos que estavam contidos nos questionários sem apresentar divergências entre as respostas dos professores.

Com relação aos conteúdos históricos, todos os professores mencionaram pelo menos um conteúdo que se relacionava com a história da química de coordenação, mesmo havendo alguns pontos de divergência com relação a que conteúdos abordariam ou que não abordariam na disciplina.

Com relação aos conteúdos complementados, um dado que nos chamou a atenção foi o fato de ser unânime entre os professores que haviam conteúdos que deveriam estar citados nos questionários, o que procuramos aprofundar nas entrevistas. Lembrando que o fato de não estarem no questionário é porque não constavam na ementa da disciplina. Com isto, constatamos uma categoria que chamamos de “conteúdos complementados pelos professores”, dado a relevância para os participantes e para a nossa pesquisa. Dentro das complementações, foi identificada através de conteúdos citados que houvesse uma aplicação da química de coordenação. Apesar de apenas um participante citar conteúdos aplicados, também relacionamos estes conteúdos em uma categoria, cujo aprofundamento também foi importante durante as entrevistas.

Outro dado extraído do questionário foi em relação à quantidade de aulas gastas em cada categoria analisada. Para isso, dispomos de um gráfico (Figura 2) que revela a média em porcentagem do tempo gasto para cada categoria para cada professor.

Figura 2 – Média das porcentagens do tempo gasto para cada categoria



Fonte: Próprio autor

Analisando as respostas dos questionários, identificamos que os professores gastam mais tempo com conteúdo básico de química de coordenação, pois faz parte da

essência de qualquer disciplina. O que nos chamou a atenção foi o fato do conteúdo histórico ser citado por todos os participantes, porém ter sido o grupo em que eles gastam menos tempo na disciplina, o que nos motivou a explorar este aspecto na terceira etapa.

### **5.2.2 As entrevistas**

O segundo momento do encontro com os professores da UFJF, foi a realização de uma entrevista semiestruturada com o intuito de entender melhor como eles se organizam em relação aos conteúdos trabalhados, qual a visão deles sobre a ementa da disciplina e também aprofundar e complementar algumas observações que fizemos no momento de análise dos questionários.

A ideia de aprofundar e complementar questões dos questionários está relacionada a nossa proposta de pesquisa, uma vez que o objetivo dos dados obtidos junto aos professores foi dar suporte para a escolha das disciplinas. Nos pautamos na relação do conteúdo histórico, por ter sido citado pelos participantes e por demandar um tempo do conteúdo trabalhado, apesar de não ter sido uma quantidade que ultrapassasse os demais grupos de conteúdos, conforme demonstrado na figura 2. Além disso, também buscamos compreender um pouco como estes professores trabalhavam os conteúdos de química de coordenação em um curso de licenciatura. Muito embora não tenha sido o foco neste momento da pesquisa, isso foi importante para somar às nossas reflexões sobre a pesquisa.

Apesar do nosso foco da pesquisa não estar voltada na obtenção de reflexões profundas como a importância de um conteúdo em detrimento de outro, isto não pôde ser ignorado durante o contato com os professores. E de certa forma, influenciou no momento de análise dos dados.

Depois de transcritos, os dados das entrevistas foram tratados com análise de conteúdo. Assim conseguimos identificar quatro categorias (quadro 2) em que cada uma representa um tema que identificamos com homogeneidade.

A categorização pode ser a priori ou não. Segundo Franco (2012) ela vai surgindo a partir da fala e do conteúdo das respostas. Em nossa pesquisa ela ocorreu em um primeiro momento, mas houve a identificação das categorias ao longo da análise das repostas dos participantes. Isso requereu uma consulta que remetia aos questionários e à nossa própria percepção sobre o assunto. Fazendo o que a autora descreve como ida e volta do material.

Quadro 2 – Categorias criadas a partir dos dados obtidos das entrevistas

<b>Categorias</b>
Forma de cumprimento da ementa
Complementação da ementa
Abordagem do conteúdo histórico
Abordagens direcionadas para o curso de licenciatura

Fonte: Próprio autor

Com relação à primeira categoria, todos os participantes responderam que cumprem a ementa do curso, o que confirmou os dados já obtidos na análise dos questionários, apesar de cada um trabalhar os conteúdos contidos nela de forma singular. “Eu cumpro a ementa, mas não me preocupo com a sequência apresentada, dou o conteúdo na ordem que acredito ser mais adequada aos meus alunos”. (Beatriz). “Cumpro a ementa do jeito que está, acredito que a ordem está coerente.” (Ângela).

Todos os participantes afirmam que deveria haver uma complementação à ementa disponibilizada, outros assuntos poderiam ser abordados, uma vez que todos responderam que pelo número de créditos, caberia uma expansão da ementa. Isto pode ser identificado em uma das falas de Dara:

A ementa como está tem muito crédito para pouco conteúdo. Há tópicos básicos que tradicionalmente há em outros cursos de outras instituições e que aqui não tem. Se for seguir a ementa, você faz em metade do semestre. Pelo menos na parte teórica.

Com isso, os professores argumentaram que alguns conteúdos poderiam ser incluídos e também poderia haver uma expansão daqueles citados na ementa, acreditam que ela poderia ser mais detalhada.

Ao indagar sobre a possibilidade de complementação, perguntamos aos entrevistados sobre a inclusão de aplicações da química de coordenação. Eles concordaram que poderia haver uma atenção voltada nesse sentido. Tal fato reforçou a ideia de buscarmos selecionar práticas para o curso de extensão que envolvesse uma aplicação e dessa forma poder contribuir para essa área de conhecimento.

A respeito da abordagem do conteúdo histórico, todos os entrevistados concordam que está coerente com a disciplina, porém as respostas são divergentes em alguns pontos. Dois entrevistados afirmam que gastam pouco tempo com a história da química de

coordenação por não acreditarem ser um fator de grande relevância para a disciplina. Em uma das falas Dara afirma:

Acredito que a parte histórica é importante para a disciplina, mas não vejo necessidade de aprofundar neste aspecto, acredito que há pontos mais relevantes que nem constam na ementa, como a espectroscopia, diagramas de Dq e outros.

Mas segundo Ângela: “Eu gasto um tempo relativo com o desenvolvimento histórico, pois acredito que tem uma grande relevância para a compreensão da química de coordenação para o aluno.”

Um ponto bastante interessante para nossa pesquisa foi em relação ao direcionamento para o curso de licenciatura, pois os professores também afirmam que a disciplina nos moldes que se encontra não atende de forma satisfatória a um curso de formação de professores. Em suas entrevistas, relatam sua preocupação em fazer uma abordagem diferenciada para os licenciandos, como diz Ângela: “Sempre que é possível tento abordar a disciplina de maneira que atenda aos dois cursos. Pelo menos de um jeito que eles possam ter um conhecimento geral de química de coordenação”.

Eu gostaria de fazer uma abordagem diferente para os dois cursos, já tentei até mesmo fazer em um período que tinha licenciandos e bacharéis, mas não consegui. Eu gostaria de trazer atividades ou abordagens diferentes para a licenciatura. Algo que poderia ser abordado no Ensino Médio. Mas para isso, eu deveria pesquisar mais, estudar possibilidades. (Dara)

Sei que deveria haver uma abordagem diferenciada, mas acredito que até o corpo docente não está inteiramente preparada para trabalhar com este conteúdo de forma a contribuir para um curso de formação. Talvez os professores devessem se unir para pensar na disciplina. (Ângela)



### 5.3 A ESCOLHA DAS PRÁTICAS

As análises feitas a partir do encontro os professores que lecionam/lecionaram a disciplina teórica de química de coordenação teve um papel fundamental para escolhermos quais conteúdos seriam trabalhados nas práticas e qual seria a abordagem utilizada.

Com relação a escolha dos conteúdos e as abordagens para o curso de extensão, optamos por trabalhar a contextualização histórica sob dois pontos de vista. O primeiro se relacionando com a história da química de coordenação para introduzir a Teoria de Werner<sup>3</sup> e o segundo utilizando um conteúdo aplicado e para isto foi escolhida a cianotipia. Isto ocorreu devido à observação realizada no item 5.2, onde os conteúdos históricos são pouco trabalhados, além da aplicação da química de coordenação não ser muito abordada na disciplina teórica.

Após esta escolha, foi necessário fazer uma análise da disciplina experimental para delimitar as práticas que seriam desenvolvidas em consonância com nossas propostas.

#### 5.3.1 O laboratório de Química de Coordenação na pesquisa

A disciplina de Química de Coordenação Experimental faz parte da grade do curso de bacharelado da Universidade Federal de Juiz de Fora como obrigatória, sendo optativa para o curso de licenciatura. Para compreender como ela é desenvolvida e para auxiliar na escolha das práticas, foi feito um acompanhamento com uma turma durante um semestre letivo. Todos os alunos matriculados na disciplina neste semestre são bacharelados, não havendo nenhum licenciando. A preocupação neste momento não estava voltada para a forma com que a disciplina era ministrada ou para a concepção dos alunos, mas sim em ter contato com práticas que tradicionalmente são trabalhadas na disciplina.

Alguns aspectos levantados na observação desta disciplina foram relevantes para a pesquisa, apesar do foco neste momento não estar voltado para questões pedagógicas. Um deles está relacionado ao comportamento dos alunos durante as práticas, sem que houvesse questionamentos e sem um olhar crítico sobre os objetivos. Isso nos auxiliou no preparo do curso de extensão quanto ao tipo de reflexão que gostaríamos de estabelecer entre os participantes.

---

<sup>3</sup> É importante destacar que a teoria de Werner continua sendo a verdadeira base da química dos compostos de coordenação. A Teoria é explicada resumidamente no item 5.3.2.

Depois do contato com a disciplina experimental e com os conteúdos e abordagens delineados, optamos por trabalhar com a prática de síntese do cloreto de pentaminoclorocobalto(III) ( $[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]\text{Cl}_2$ ) para abordar a Teoria de Werner. Além disso, escolhemos a cianotipia para trabalhar com as sínteses do trioxalatoferrato(II) de potássio tri-hidratado ( $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{ox})_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) e do trioxalatoferrato(II) de amônio tri-hidratado ( $(\text{NH}_4)_3[\text{Fe}(\text{ox})_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ).

### 5.3.2 A história da química de coordenação sob a perspectiva do contexto histórico-científico do século XIX

Durante o século XIX, muitos cientistas tentaram explicar como compostos moleculares formados por elementos de transição estavam ligados. Mas foi um jovem cientista Alfred Werner<sup>4</sup> (figura 3), que em 1913 foi o primeiro químico inorgânico a receber o prêmio Nobel pelas suas descobertas. Segundo Santos et al (2014):

Somando sua audácia ideológica, sua perspicácia na experimentação química e seu vasto conhecimento teórico, Werner foi capaz de fundar as bases conceituais para a compreensão e explicação de uma das mais fascinantes áreas da Química Inorgânica: a Química de Coordenação. (p.1260)

Werner trabalhou com diferentes metais, dentre eles, a platina, o cromo e o cobalto. Mas foi, principalmente, através dos experimentos com complexos aminocobálticos<sup>5</sup> que ele reformulou os principais aspectos da sua teoria, como a existência da valência primária e secundária. (SANTOS et al, 2014). Esses complexos são muito utilizados em práticas de química de coordenação no ensino superior, principalmente o  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ , devido ao acesso aos reagentes e o tempo de síntese. Devido à sua importância histórica e pelo seu uso frequente, a escolha recaiu sobre a síntese desse complexo.

---

4 Alfred Werner nasceu em Mulhouse, na Alsácia (região pertencente à França). Aos 20 anos iniciou o curso de Química Industrial pela Escola Politécnica de Zurique. submeteu sua tese de habilitação intitulada “Contribuições à teoria de afinidade e valência” em outubro de 1891. Iniciou em 1892 sua carreira como professor na mesma escola técnica que se formou. Convidado a dar aulas de Química Inorgânica, Werner teria sonhado sobre a sua Teoria de Coordenação após passar o dia todo pensando em como preparar suas aulas e publicou em 1893 um trabalho de 64 páginas intitulado: “Uma contribuição à constituição de compostos inorgânicos” lançando as bases conceituais do que viria a ser a Química dos Compostos de Coordenação (SANTOS, 2014).

5 Os principais complexos foram: cloreto de pentaminoclorocobalto(III) ( $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ ) e cloreto de hexaminoclorocobalto(III) ( $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ ).

Segundo Werner, hoje os chamados compostos de coordenação ou complexos<sup>6</sup> consistem, resumidamente, em um átomo central, rodeado de moléculas neutras ou íons (ligantes) em número igual ou superior ao estado de oxidação mais alto do metal, que têm a propriedade de doar elétrons a este átomo central. Os ligantes são representados dentro de colchetes, junto com o metal. (Figura 4)

Mas os estudos de Werner vão além de tentar explicar os compostos de coordenação, ele foi um personagem de imensa importância para a química de uma forma geral, pois proporcionou um novo olhar sobre os compostos de metais. Suas descobertas sobre a valência desses metais e a isomeria nestes compostos, aliadas a outras, serviram de base para diversos questionamentos em diferentes áreas da química. Fazendo dos seus trabalhos um marco e uma alavanca para diversas outras descobertas (SANTOS et al, 2014).

Figura 3 – Alfred Werner

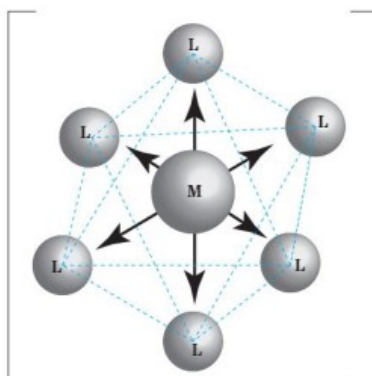


Fonte: [https://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/chemistry/laureates/1913/werner-facts.html](https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1913/werner-facts.html)

---

<sup>6</sup> Tais compostos por se mostrarem, para a época, bastante inusitados e difíceis de entender e explicar acabaram recebendo do próprio Werner, posteriormente, o sugestivo nome de “complexos”. (Santos, 2014)

Figura 4 – Modelo de coordenação de Werner



Fonte: TOMA, 2013

Mediante a importância da história das ciências para compreender como o conhecimento científico é construído e conforme já discutido anteriormente, optamos por escolher uma prática que envolvesse a história da química de coordenação, que muitas vezes se confunde com a própria história da química inorgânica ou até mesmo da química em seus aspectos gerais. Não utilizando como mero recurso metodológico, mas sendo um importante suporte para discussões, principalmente com relação a como a química de coordenação se desenvolveu e suas implicações para a comunidade científica e para a sociedade moderna.

Ao elaborar o material utilizado nesta etapa (Apêndice I), nos preocupamos em analisar a história da química de coordenação dentro do contexto histórico-científico do conhecimento químico do século XIX. O intuito era fazer com que as discussões se pautassem na ciência como uma construção, em que os princípios eram baseados naquilo que a comunidade científica aceitava como respostas aos questionamentos.

### 5.3.3 A cianotipia: uma aplicação da química de coordenação

No mesmo século em que nascia a química de coordenação outra área se destacava, que era a fotografia. Muitas técnicas fotográficas foram desenvolvidas, desde as que se baseavam em compostos de prata, até as que envolviam os então compostos moleculares (principalmente os de ferro) que viriam a ser mais tarde chamados de compostos de coordenação. Esta última técnica, denominada Cianotipia, foi amplamente utilizada principalmente na segunda metade do século XIX até que entrou em desuso (WARE, 2014). Hoje é muito utilizada como técnica nas artes visuais.

A cianotipia surgiu no século XIX como uma técnica alternativa, de baixo custo e de fácil produção para impressão de imagens, principalmente utilizada para a reprodução de desenhos e imagens fotográficas. As imagens produzidas são chamadas de cianótipos. Campos (2007) assim define um cianótipo:

Ele consiste numa superfície emulsionada que, exposta à luz ultravioleta (ou pela radiação da luz solar), revela uma imagem de gradação azul. O processo pode ser obtido tanto a partir de negativos comuns, como de intervenções gráficas livres ou reproduções em materiais transparentes ou translúcidos (CAMPOS, 2007, p. 2)

A cianotipia foi descoberta em 23 de abril de 1842 por Sir John Frederick William Herschel (1792-1871) e a história dela tem caráter periódico, caracterizado por fases. Uma delas foi a utilização por alguns artistas isolados e por botânicos (WARE, 2014). Um dos grandes nomes foi a botânica Anna Atkins (1799-1871), que fora influenciada por esta técnica para ilustrar seu livro: *Photographs of British Algae: Cyanotype Impressions* (1843), hoje em domínio público. Segundo Bravo e Pereira (2017): “Se por um lado Atkins promoveu a cianotipia, por outro, através dela o seu trabalho foi valorizado e reconhecido por esta peculiar e arrojada aposta.” (p. 132). A figura 5 exemplifica uma das imagens produzidas por Atkins. Uma fase importante foi o uso para impressão de imagens fotográficas, pelo seu baixo custo e da relativa facilidade de manuseio (WARE, 2014).

A cianotipia tem este nome pois as imagens produzidas apresentam-se em azul, devido a um composto inorgânico chamado “Azul da Prússia”, ( $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ ), que dá origem às imagens formadas no papel. O Azul da Prússia foi descoberto em 1708 pelo químico e pintor Heinrich Diesbach (1673-1734), quando da produção de pigmentos (WARE, 2014).

O processo de cianotipia tem mais de 170 anos de idade. O cianótipo foi o primeiro processo de impressão fotográfica de sucesso que não utilizava a prata. Sendo simples, barato e durável, também desfrutou de um longo período de sucesso comercial, até que se tornou obsoleto pela invenção de fotocópias secas e em papel comum.

A impressão da imagem é feita por contato, colocando-se os reagentes (dois sais de ferro(III) que darão origem ao azul-da-Prússia) sobre o papel e expondo o conjunto à radiação ultravioleta (luz solar ou a uma lâmpada ultravioleta). Usa-se um negativo transparente para a imagem que se deseja obter, em que as partes escuras aparecem claras e as claras aparecem escuras.

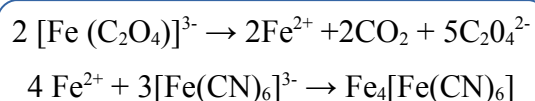
Figura 5 – Uma das imagens produzidas por Anna Atkins através da técnica de cianotipia



Fonte: Photographs of British Algae: Cyanotype Impressions (1843)

A formação de azul-da-Prússia (figura 6) a partir de uma mistura de ferrioxalato e ferricianeto é devida à fotossensibilidade do ferrioxalato. Ele degrada por ação da luz, com liberação de  $\text{CO}_2$  e formação de  $\text{Fe(II)}$ . Este último íon envolve-se numa reação redox com o ferricianeto existente na mistura, formando-se assim o ferrocianeto férrico que precipita. Por isto, antes de aplicação da solução no papel, este procedimento deve estar ao abrigo da luz.

Figura 6 – Formação do azul-da-Prússia



Fonte: Próprio autor

Os complexos que utilizam o metal ferro são utilizados nas práticas de laboratório de química de coordenação devido a diversos fatores, como o baixo custo e o tempo relativamente curto para a síntese desses compostos. O uso do oxalato como ponto de partida para a síntese (Figura 6) foi escolhido devido à acessibilidade deste composto e por substituir o citrato, que fora utilizado inicialmente por Herschel, pela disponibilidade desse material no laboratório, principalmente nos laboratórios de ensino superior. Ware (2014) descreve em sua obra que a escolha de utilizar o citrato ou o oxalato recai sobre a disponibilidade dos materiais no laboratório.

Nesta pesquisa optamos por realizar a sínteses de dois complexos, o trioxalatoferrato(II) de potássio tri-hidratado ( $K_3[Fe(ox)_3].3H_2O$ ) e o trioxalatoferrato(II) de amônio tri-hidratado ( $(NH_4)_3[Fe(ox)_3].3H_2O$ ). Ambos podem ser sintetizados em laboratório e podem ser usados como ponto de partida para a formação do azul da Prússia, o que possibilita o uso tanto de um quanto o outro, ampliando o campo de possibilidades. Além disso, podem ser utilizados para discussões comparativas abordando tanto os conhecimentos químicos quanto os específicos de química de coordenação.

A cianotipia pode ser uma alternativa para trabalhar a contextualização da química de coordenação sob a perspectiva histórica ao mesmo tempo em que é uma excelente ferramenta para discutir uma aplicação de um conteúdo contido em práticas de sínteses de complexos de ferro que são comumente abordadas no ensino superior.

#### 5.4 A ELABORAÇÃO DO MATERIAL

Quando trabalhamos com a possibilidade de contribuir para uma disciplina de conhecimento específico com ênfase no laboratório, nossas preocupações se voltaram para a formação do professor, seja inicial ou continuada. O primeiro aspecto a ser observado por nós na elaboração dos materiais foi com relação aos roteiros. Segundo Lunetta, Hofstein e Clough (2005) ele tem um papel muito importante para delimitar objetivos bem claros para o estudante. Ainda segundo os autores, um dos grandes desafios em trabalhar com aulas em laboratório é fazer com que o aluno entenda os objetivos e perceba suas potencialidades. E o roteiro pode ajudar esse aspecto, mas também pode tornar o laboratório um modo ritualístico de trabalhar com aulas experimentais. Muitas críticas vêm sendo feitas com relação aos roteiros de práticas experimentais. Segundo Sato (2011):

O aluno atinge o objetivo como se estivesse seguindo apenas mais uma etapa do procedimento, não compreendendo o que está ocorrendo, pois não sabe o que está fazendo. Segue as instruções e preenche lacunas. Apresenta os dados na conclusão, de acordo com as questões do roteiro; os valores obtidos no procedimento experimental são repetidos. (p. 54)

Diante destes desafios, optamos por trabalhar com roteiros simplificados (Apêndice J), pois adotamos uma postura de discutir os objetivos junto aos professores participantes através de um planejamento de intervenções didáticas. Estas intervenções tinham o intuito de fazer uma discussão dos conhecimentos químicos, tanto de química de coordenação quanto de química geral, presentes nas etapas das sínteses.

Algumas pesquisas apontam para questões relacionadas a práticas experimentais desenvolvidas na escola básica, gerando diversas discussões sobre a postura dos alunos e também dos professores (LUNETTA, HOFSTEIN & CLOUGH, 2005). Segundo os autores um dos problemas em trabalhar a experimentação com os alunos é o despreparo dos professores para relacionar a teoria com a prática.

Em nosso trabalho tivemos a proposta de trazer discussões para as práticas que pudessem gerar significados para o professor. No decorrer dos nossos encontros do curso de extensão houve uma preocupação em abrir um espaço para diálogos sobre os conhecimentos químicos envolvidos nas sínteses, não somente àqueles relacionados à química de coordenação, mas também os que podem ser trabalhados no ensino básico. E dessa forma tornar um conhecimento específico do ensino superior mais próximo da sua atuação como professor. Com isto, no intuito de não tornar a discussão somente pontual, elaboramos um material auxiliar (Apêndice C) que foi entregue aos participantes após o curso de extensão com os conhecimentos discutidos durante o curso. Abrindo possibilidades de reflexões futuras.

## 5.5 O ENCONTRO COM OS PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Como dito anteriormente no item 4.5, foi realizado um curso de extensão: “Refletindo conhecimentos em Química Inorgânica utilizando a experimentação”. Contamos com cinco participantes, dentre estes, quatro atuam/atuaram na escola básica. Por questões éticas, os nomes não foram divulgados e utilizamos nomes fictícios. A figura 7 representa o desenvolvimento do curso.



Figura 7 – Desenvolvimento do curso de extensão

	1º Encontro	2º Encontro
<b>Apresentação</b>	Contexto histórico-científico do século XIX	Química do ferro e da técnica de Cianotipia
<b>Apresentação/discussão</b>	Do roteiro	Do roteiros
<b>Experimento</b>	Síntese do complexo de cobalto	Síntese dos complexos de ferro Produção de cianótipos
<b>Após os experimentos</b>	Debates e discussões	Debates e discussões

Fonte: Próprio autor

Durante as discussões dos roteiros, foi realizada uma leitura da descrição da síntese dos compostos, com a constante preocupação em questionar os participantes a justificar e explicar os conhecimentos de química de coordenação e geral presentes nas etapas das sínteses. Isso ocorreu através de questionamentos direcionados que estão exemplificados no quadro 3.

Quadro 3 – Exemplos de questionamentos que serviram de referência durante as discussões das etapas das sínteses

<b>Questionamentos</b>
Existe alguma razão para escolha dos reagentes que serão utilizados?
No roteiro pede para solubilizar os sais de partida. Por quê?
Qual a razão de se aquecer a mistura?
O roteiro descreve a quantidade de reagentes a serem utilizados. Como se chegou a estes valores?
Ao final da síntese pede-se para lavar o composto com um etanol. Por que?

Fonte: Próprio autor

Estas perguntas geraram discussões durante o a etapa de síntese dos compostos e das respostas surgiram significados, pois muitos conteúdos de química trabalhados no ensino médio são as respostas para os questionamentos. Um exemplo é o questionamento sobre o item 6 da síntese utilizada no segundo encontro do curso de extensão mostrado na figura 8. O questionamento foi: por que foi utilizado neste roteiro a filtração? E com as respostas fornecidas pelos professores foram feitas as discussões sobre métodos de separação de mistura, conteúdo amplamente trabalhado no ensino médio.

Figura 8 – Uma das etapas das sínteses dos compostos

**Síntese do  $(\text{NH}_4)_3[\text{Fe}(\text{ox})_3]\cdot 3\text{H}_2\text{O}$** 

- 1 - Em um béquer de 50 mL, aqueça 10 mL de água a 55°C.
- 2 - Dissolva 4,1g de oxalato de amônio monohidratado sob agitação.
- 3 - Em outro Becker dissolva 3,0 g de  $\text{FeCl}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$  em 5mL de água.
- 4 - Adicione a solução de ferro (III) à solução aquecida de oxalato de amônio e deixe em agitação por 15 min.
- 5 - Resfrie a solução e coloque em banho de gelo e aguarde por 5 min.
- 6 - Filtre os cristais brancos do ligante.
- 7 - Mantenha a solução verde em banho de gelo por mais uns 5 min.
- 8 - Filtre novamente se houve formação de cristais.
- 9 - O complexo formado neste caso permanece em solução. Que deve ser armazenada em franco ao abrigo da luz.

Fonte: Próprio autor

Os participantes responderam a dois questionários semiestruturados, um que denominamos perfil (Apêndice D) e o inicial (Apêndice E). Após o desenvolvimento do curso, no fim do segundo encontro, os participantes responderam a um questionário final (Apêndice F). Como já discutido também no item 4.5, pretendíamos fazer uma análise comparativa das respostas dos participantes pré e pós a participação nas práticas.

Para o registro da coleta de dados, além dos questionários, também utilizamos de notas de campo, onde procuramos identificar os sujeitos, o espaço físico, os diálogos construídos entre os participantes e os comportamentos. Além disso, em alguns momentos de intenso debate utilizamos a gravação de áudio para posterior transcrição.

Nos próximos itens deste trabalho procuramos fazer uma análise destes questionários e dos encontros com estes professores.

### 5.5.1 O perfil dos participantes

Para traçar um perfil dos participantes, elaboramos um questionário semiestruturado buscando identificar a formação, atuação profissional e qual o contato com o laboratório de química (no aspecto geral) eles tiveram durante a graduação.

A primeira característica que pudemos perceber nos participantes é com relação ao tipo de formação inicial, quatro deles fizeram o curso de licenciatura em química e um fez o bacharelado. Todos têm formação em química e a instituição de origem foi a mesma, a

Universidade Federal de Juiz de Fora. Além disso, como demonstrado quadro 4, eles tiveram um tempo de formados relativamente próximos – dentro de uma janela de 5 anos. Foi um dado interessante, pois acreditamos que vários aspectos de sua formação inicial tinham uma característica semelhante.

Quadro 4 – Respostas de há quanto tempo eles se formaram

<b>Participante</b>	<b>Anos que já concluíram sua formação inicial</b>
Ana	2 anos
Andreia	4 anos
Paula	2 anos
Pedro	5 anos
Patrícia	1 ano

Fonte: Próprio autor

Quatro deles possuíam algum tipo de pós-graduação (mestrado ou doutorado) e a que não possuía tinha anseios em fazer.

Outro dado que obtivemos foi com relação ao tipo de escola básica, pública ou privada, que eles lecionam/lecionaram. O que possui o curso de bacharelado não leciona na escola básica, apesar de demonstrar interesse em lecionar no ensino superior e ter algumas experiências na docência. Muitos docentes que atuam no ensino superior fizeram o curso de bacharelado, não tendo muito ou nenhum contato com disciplinas pedagógicas. Um curso de formação continuada pode ser uma ferramenta muito importante para estes profissionais, podendo ajudar a preencher algumas lacunas. As outras quatro participantes são professoras de escola básica, mesmo algumas não lecionando atualmente, o que não descaracteriza o perfil. Destas, três atuam/atuaram no ensino público e uma no ensino privado. Com relação a esta última constatação, através das notas de campo, observamos que não havia uma diferença marcante e que pudesse interferir na análise dos dados entre as participantes que atuam/atuaram em diferentes tipos de escola básica.

Silva Sá e Santos (2017) discutem em seu trabalho a questão da constituição de identidades no curso de licenciatura em química e relatam que no campo educacional tem havido uma interligação entre identidade, formação de professores e currículos. Segundo eles:

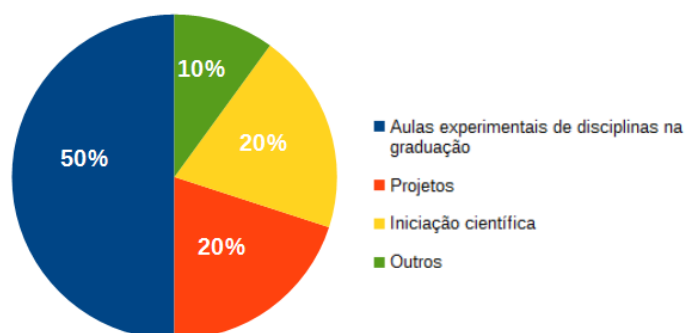
A formação profissional inicial e os contextos de trabalho posteriores são alguns dos sistemas de ação que carregam propostas de identidades virtuais que vão interagir com as identidades reais dos indivíduos, oriundas de suas trajetórias. (p. 322)

Segundo Silva Sá e Santos (2017), a instituição formadora tem um grande papel na formação da identidade profissional. Mas não é o único locus, pois questões históricas e sociais também influenciam. Além disso, o contato profissional também faz com que a identidade mude, visto que estamos em constante processo de mudanças. Todos os participantes tiveram a sua formação inicial na mesma instituição e com períodos bem próximos, e isso é um fator que pode influenciar em suas participações na pesquisa.

Perguntamos no questionário perfil qual o contato com o laboratório de química, de uma forma geral e não específica, que eles tiveram em sua graduação. Colocamos algumas sugestões e deixamos em aberto para que eles pudessem incluir outras. Os dados obtidos foram projetados na figura 9.

Pelos resultados apresentados, a maior parte do contato com o laboratório foi nas próprias disciplinas da graduação. Isso mostra a importância das aulas de laboratório no ensino superior.

Figura 9 – Respostas à pergunta de como os participantes tiveram contato com o laboratório durante a graduação



Fonte: Próprio autor

### 5.5.2 O primeiro encontro do curso de extensão

Iniciamos este momento com uma exposição dos acontecimentos científicos do século XIX que acreditamos serem mais relevantes para a compreensão do desenvolvimento da Teoria de Werner, para discutir com os participantes o contexto histórico-científico em que Werner estava inserido quando realizou seus estudos. O intuito neste momento foi abrir um diálogo com os participantes sobre as teorias científicas vigentes e que influenciaram o surgimento da química de coordenação. Os dados coletados foram escritos em notas de campo, onde colocamos as observações dos participantes e seus comportamentos.

A seguir, a primeira parte do roteiro de laboratório (Apêndice J), a síntese do  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ , foi entregue para o início de uma discussão. Nossa atenção estava voltada para uma discussão crítica do roteiro, onde as etapas da síntese foram debatidas tendo em vista o conhecimento específico de química de coordenação e o conhecimento geral de química. Os passos descritos no roteiro consistiam em uma sequência de procedimentos para a síntese. Para nossa pesquisa este foi um momento de muita relevância, pois consistiu de uma vasta produção de significados, que serão discutidos no item 5.7, onde procuramos estabelecer reflexões sobre o conhecimento de química abordado em cada momento da síntese. Quando o conteúdo teórico é utilizado de forma diferente da habitual, o nível de aprofundamento dos conhecimentos discutidos é maior (SILVEIRA & OLIVEIRA, 2009).

Para a realização das práticas, os participantes foram divididos em dois grupos e se posicionaram nas bancadas que continham as vidrarias, equipamentos e reagentes. Este foi um momento que não diverge daqueles que ocorrem normalmente nas disciplinas laboratoriais. Este contato tem grande relevância para a formação tanto do licenciando quanto do bacharel.

Observamos que houve um diferencial durante as práticas quanto aos objetivos, pois cada etapa foi discutida previamente, identificando os procedimentos e refletindo os conhecimentos químicos que estavam presentes nas etapas, o que está melhor detalhado no material auxiliar que elaboramos (Apêndice C). Estas observações em conjunto com os dados obtidos dos questionários e na discussão posterior à prática, deu origem a diversas constatações que serão discutidas em momento oportuno deste trabalho.

### 5.5.3 O segundo encontro do curso de extensão

Iniciamos o encontro com uma discussão sobre o conhecimento dos participantes sobre a técnica de cianotipia. Utilizando o recurso de apresentação de slides em Power Point houve uma exposição de ideias de como a cianotipia surgiu e sua importância histórica como sendo a ferramenta fotográfica mais utilizada na segunda metade do século XIX. E os dados coletados foram escritos em notas de campo, onde colocamos as observações dos participantes e seus comportamentos.

Os roteiros contendo as sínteses dos complexos  $K_3[Fe(ox)_3].3H_2O$  e o  $(NH_4)_3[Fe(ox)_3].3H_2O$  (Apêndice J) foram distribuídos para dar início às nossas discussões. Eles consistiam em uma sequência de procedimentos para a síntese dos dois compostos e as etapas foram debatidas como no encontro anterior. Iniciou-se uma discussão sobre os conhecimentos químicos e de coordenação envolvidos nas sínteses, também detalhado no material auxiliar (Apêndice C). Além disto, realizamos comparações entre os dois compostos sintetizados no que se refere ao uso na cianotipia<sup>7</sup>. Este momento, assim como o que ocorreu no dia anterior, deu suporte para algumas observações que acreditamos serem de muita relevância para nossa pesquisa que será melhor discutida no item 5.7.

### 5.6 O CONTATO COM OS LICENCIANDOS EM QUÍMICA DA UFJF

Com o intuito de fazer uma análise comparativa entre as perspectivas iniciais dos participantes do curso de extensão e a perspectiva dos alunos da licenciatura em química da UFJF que já tiveram contato com a disciplina teórica de química de coordenação, aplicamos um questionário (Apêndice G) para estes últimos. Como a disciplina experimental não faz parte da grade obrigatória do curso, não abordamos este aspecto.

As perguntas envolvem a visão que os licenciandos têm sobre a relação do que eles viram nas disciplinas experimentais de química com sua futura atuação como profissional do ensino. Além disso, e principalmente, procuramos investigar se eles conseguem estabelecer esta relação quanto à química de coordenação, enquanto futuro professor e químico.

---

<sup>7</sup>As diferenças nos contra íons, por um lado a amônia e por outro o potássio, se devem ao fato do primeiro ter uma maior solubilidade, permitindo o uso em solução, porém o complexo com este contra íon é mais difícil de isolar. Já com relação ao potássio, ele tem menor solubilidade, podendo isolá-lo.

Sete licenciandos participaram desta pesquisa e, por questões éticas seus nomes foram omitidos e estabelecidos nomes fictícios. O resultado da análise foi feita em conjunto com os itens 5.7.2 e 5.7.3.

## 5.7 REFLEXÕES SOBRE O CURSO DE EXTENSÃO

Segundo autores como Oliveira (2010) as aulas experimentais podem ser empregadas com diferentes objetivos e suas contribuições para o ensino e aprendizagem de ciências podem ser variadas. As discussões sobre as formas de abordagens da experimentação em sala de aula são importantes para os professores em sua formação inicial ou em exercício, para que se crie um repensar sua prática pedagógica de forma mais crítica (OLIVEIRA, 2010). Para a autora:

As atividades experimentais podem ser organizadas de diversas maneiras, desde estratégias que focalizam a simples ilustração ou verificação de leis e teorias até aquelas que estimulam a criatividade dos alunos e proporcionam condições para refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos científicos.

As atividades experimentais podem ter um grau de direcionamento voltado para atividades de demonstração, de verificação ou de investigação. Na atividade de demonstração os professores conduzem o experimento e é bastante utilizada por eles, principalmente pela escassez de recursos. Nela há uma possibilidade de ilustrar determinado fenômeno podendo contribuir para a compreensão de diversos aspectos, sendo defendida no processo de formação de professores (ARAÚJO & ABIB, 2003). Esta atividade podem ser pedagogicamente válida e significativa para a aprendizagem desde que adequadamente empregada, que possa haver discussão dos conteúdos científicos (OLIVEIRA, 2010).

As atividades de verificação são caracterizadas por uma maneira de conduzir a aula experimental para a verificação da validade de uma lei ou o seu limite, tendo como aspecto relevante a possibilidade de efetuar generalizações. Quando são conduzidas adequadamente, também podem contribuir para um aprendizado significativo propiciando a capacidade de reflexão, de efetuar generalizações e de realizar trabalhos em equipe (ARAÚJO & ABIB, 2003).

Com relação às atividades de investigação, dentro de uma visão metodológica em que o uso de laboratório se apresenta sob o aspecto qualitativo, o tema escolhido pode ser abordado em laboratórios estruturados e não estruturados. Sobre os últimos, as atividades em

laboratório podem ser desenvolvidas baseadas na utilização em situações que possibilitem verificar a adequação ou não do modelo ou em questões problematizadoras relacionadas às atividades de investigação (ARAÚJO & ABIB, 2003).

No presente trabalho buscou-se relacionar o laboratório em uma perspectiva metodológica investigativa, utilizando uma abordagem dos conceitos científicos a partir da criação de situações capazes de gerar elementos para que haja um diálogo no favorecimento de mudanças conceituais desejadas (ARAÚJO & ABIB, 2003). Segundo Araújo e Abib (2003) essas mudanças:

Podem ser alcançadas por alunos submetidos a atividades com enfoque construtivista, realizadas através de experimentos qualitativos baseados em sequências de ensino que envolvem uma problematização inicial, a montagem e execução do experimento, uma organização dos conhecimentos adquiridos e, finalmente, a aplicação destes conhecimentos a outras situações diferentes das que foram propostas inicialmente. (p. 185)

Segundo Giordan (1999):

Tomar a experimentação como parte de um processo pleno de investigação é uma necessidade, reconhecida entre aqueles que pensam e fazem o ensino de ciências, pois a formação do pensamento e das atitudes do sujeito deve se dar preferencialmente nos entremeios de atividades investigativas. (p. 44)

Inicialmente, vale ressaltar que ao planejar o curso de extensão que foi desenvolvido neste trabalho, não tínhamos o intuito de utilizar sínteses de compostos de coordenação com uma aplicabilidade na educação básica, uma vez que este conhecimento específico não está inserido no currículo básico da disciplina de química no ensino médio. Ao contrário disto, a nossa proposta foi criar um espaço de discussões, onde os professores participantes poderiam identificar o conhecimento químico trabalhado no ensino médio que está imerso em práticas de química de coordenação desenvolvidas no ensino superior. E desta forma poder gerar significados para a prática docente, que possa haver conexão entre o que é desenvolvido em uma formação inicial ou continuada e sua atuação como professor de química na escola básica.

As reflexões que serão feitas neste momento do nosso trabalho foram produto da investigação que envolveu a análise de resultados obtidos pelos instrumentos de pesquisa utilizados. Alguns destes resultados envolveram os questionários aplicados antes e depois do curso de extensão, onde procuramos identificar aspectos mais relevantes e que se destacaram.



Além disso, utilizando a observação realizada durante o curso de extensão e notas de campo<sup>8</sup>, obtivemos alguns resultados provenientes da abertura de debates e discussões sobre o roteiro das sínteses, sobre a realização das práticas e sobre as observações levantadas pelos participantes após as sínteses. Como suporte, as conversas foram gravadas para posterior transcrição.

Tendo o conjunto desses resultados, contamos novamente com a técnica de Análise de Conteúdo como forma dos tratamentos dos dados. Com isso, após extrair as informações, fazer uma relação entre elas e estabelecer um tratamento, conseguimos agrupá-las em seis categorias temáticas, que estão identificadas no quadro 5.

Quadro 5 – Categorias criadas após a análise dos dados do curso de extensão

<b>Categorias</b>
Diferentes motivações dos professores a participarem do curso de extensão
Conhecimentos desenvolvidos no laboratório de ensino superior e sua relação com o conteúdo ensinado no Ensino Médio
Existência de vários conteúdos contidos em uma prática de ensino superior que podem ser trabalhados no ensino médio
Conteúdos de química de coordenação para a formação docente
A abordagem histórica como recurso didático no ensino de química
Conteúdo abordado através de uma aplicação: a cianotipia

Fonte: Próprio autor

Segundo Franco (2012) há dois caminhos para a elaboração das categorias, são as categorias criadas a priori e as que não são. Sobre o primeiro caminho, a autora explica: “Neste caso, as categorias e seus respectivos indicadores são predeterminados em função da busca a uma resposta específica do pesquisador.” (p. 64). Dentro desta definição, as quatro primeiras categorias foram criadas sob este enfoque, pois retratam nossa busca por responder ao nosso objeto de pesquisa.

Já as duas últimas categorias são aquelas que não foram criadas a priori, mas que emergiram da própria fala dos participantes em diferentes momentos, sem que tivessem um planejamento anterior, como no momento da construção dos questionários. Ainda segundo

<sup>8</sup> Segundo Bogdan e Biklen (1994): “Depois de voltar de cada observação, entrevista, ou qualquer outra sessão de investigação, é típico que o investigador escreva de preferência num processador de texto ou computador, o que aconteceu. Ele ou ela dão uma descrição das pessoas, objetos, lugares, acontecimentos, atividades e conversas. Em adição e como parte dessas notas, o investigador registrará ideias, estratégias, reflexões e palpites, bem como os padrões que emergem. Isto são as notas de campo: o relato escrito daquilo que o investigador ouve, vê, experiência e pensa no decurso da recolha e refletindo sobre os dados de um estudo qualitativo.” (p. 150).

Franco (2012): “As categorias vão sendo criadas à medida que surgem as respostas, para depois serem interpretadas”. (p.66). E foi através da análise dos dados extraídos dos instrumentos utilizados, num movimento de ida e volta do material que estas categorias foram construídas.

Nos itens seguintes, vamos discutir e refletir as informações que surgiram de cada categoria. É importante destacar que elas foram fruto da análise em conjunto dos resultados extraídos de todo o aparato dos instrumentos de pesquisa utilizados, que foram os questionários, a observação durante o curso e durante os debates e as notas de campo.

### **5.7.1 Diferentes motivações dos professores a participarem do curso de extensão**

Pesquisadores como Moura (2010) exaltam a necessidade de uma formação continuada de professores, pois o próprio docente está em constante transformação. Mas também ressalta que há diferentes motivações para a procura de cursos por parte dos professores.

Quando o professor é questionado em sua motivação para buscar uma formação continuada, normalmente o que vem em resposta é: o aprimoramento da sua prática dentro de sala de aula ou a procura de uma aplicação diferenciada, ou até mesmo a busca por um conhecimento específico de química que não teve na graduação ou que não se lembra (MOURA, 2010).

A primeira pergunta do questionário inicial aplicado aos participantes do curso de extensão foi: “O que o motivou a fazer nosso curso de extensão e qual sua expectativa?” Diante das respostas mais comuns dos professores de química, os participantes do nosso curso de extensão não fugiram à regra. Muitas de suas respostas à questão da sua motivação estão inseridas dentro das opções ora relatadas.

Eles relataram que uma das maiores motivações foi a possibilidade de obtenção de novos conhecimentos e novas metodologias. Apesar das falas apresentarem uma diversidade de opiniões e expectativas, elas estão envoltas nessa perspectiva. Para exemplificar o exposto, citamos algumas respostas.

Expectativa de novos conhecimentos e propostas pedagógicas para auxiliar na atuação dentro de sala de aula (Paula)

Não tive a disciplina experimental na graduação, queria conhecer um pouco da prática de química de coordenação. (Andreia)

Conhecer mais sobre a química de coordenação e sua abordagem além de aprender novas metodologias (Ana)

Para preencher lacunas da minha formação e maior contato com a química dos elementos de transição para que possa atuar na sala de aula. (Patrícia)

Temas abordados no curso que possam ter uma aplicação (Pedro).

Durante e após o curso, através dos debates, discussões e observações que tivemos com os participantes, identificamos que as expectativas permaneceram concentradas na busca de uma metodologia diferenciada.

A metodologia aplicada aqui é bem diferente da que eu tive na graduação, se tivesse visto isto em uma disciplina de laboratório, com certeza iria me ajudar quando estivesse na sala de aula, principalmente trabalhando com o laboratório. Além disso, é muito bom pra nós como professores, sempre aprendermos. (Andreia)

A forma com que foi trabalhado aqui, se eu tivesse visto dessa forma na Graduação, com certeza minha visão seria diferente, a forma de trabalhar o laboratório no Ensino Médio, a abordagem seria diferente. (Paula)

Não sou professor de escola básica, formei em bacharelado, mas pretendo seguir a carreira acadêmica, com certeza o curso vai me ajudar quando eu for professora na graduação. (Pedro)

Queria aprender mais sobre práticas de química de coordenação e agora, além de ter mais conhecimento, também acrescentou para mim a questão da metodologia aqui empregada. (Ana)

Apesar de não ser o nosso objetivo criar um espaço de questionamento sobre a visão que um professor tem a respeito de uma formação contínua, uma observação nos chamou a atenção, foi que a química de coordenação não é uma área aplicada ao ensino médio e não é uma disciplina obrigatória na graduação, mas os professores se mostraram motivados a terem novos conhecimentos. Esta motivação foi percebida na fala dos professores tanto antes, quanto após o curso de extensão.

### **5.7.2 Conhecimentos desenvolvidos no laboratório de ensino superior e sua relação com o conteúdo ensinado no Ensino Médio**

Autores como Sato (2011) discutem sobre o laboratório de ensino superior e sua importância para a formação de um profissional, principalmente da área de ciências, o que nos faz refletir sobre a importância dele na formação de professores. E é nesse diapasão que abre-

se uma reflexão sobre como os futuros docentes se veem dentro do laboratório, como as práticas podem auxiliá-lo ou até mesmo inibir seu pensamento crítico.

Autores como Medeiros e Bezerra Filho (2000) apontam algumas críticas e sugestões quanto ao uso do laboratório como espaço didático. Segundo eles:

A ciência não pode ser ensinada como um dogma inquestionável. Um ensino da ciência que não ensine a pensar, a refletir, a criticar, que substitua a busca de explicações convincentes pela fé na palavra do mestre, pode ser tudo menos verdadeiro ensino de ciências. É antes de mais nada um ensino de obediência cega incorporado numa cultura repressiva. (p. 108)

Além de estimular um olhar crítico sobre o laboratório, ainda há uma relação que pode ser conflituosa para o futuro professor, que é a ideia muitas vezes errônea de que o que é ensinado no ensino superior é diferente do que é ensinado no ensino médio. Como imaginar duas químicas diferentes convivendo principalmente na mente dos profissionais do ensino? Ora, a ciência é única, a química não se divide em subníveis, ela coexiste de forma plena. Por isso, há muitas vezes, uma dificuldade em estabelecer este elo entre o laboratório do ensino superior e do ensino básico. (SATO, 2011)

Diante desta discussão, procuramos investigar junto aos participantes se eles conseguiam estabelecer uma relação entre os conhecimentos trabalhados no laboratório da graduação e o conteúdo do ensino básico. Uma vez que, o laboratório de ensino, visto sob a perspectiva metodológica investigativa, pode ser um espaço em que pode ser alcançada uma vasta gama de diferentes objetivos educacionais, pois possibilita uma maior flexibilização. (ARAÚJO & ABIB, 2003).

Indagamos no questionário inicial (Apêndice E) sobre o estabelecimento desta relação, antes do curso, e os participantes se dividiram em dois grupos: os que acreditavam que havia uma relação e os que não acreditavam.

Aqueles que responderam que não conseguiam estabelecer uma relação, citaram alguns motivos para isso, um deles foi que não conseguem enxergar conexão, pois a matéria é bem diferente. Destacamos a fala de um dos participantes:

Não consigo fazer relação do que eu vi na graduação com o que eu ensino aos meus alunos, é muito diferente. Na graduação, vimos uma química específica, sem relação com o que ensinamos. Parece até uma química diferente! (Paula)

Mesmo entre aqueles participantes que faziam parte do grupo que conseguiam enxergar uma relação, ainda permanecia em suas falas uma relativa distância:

Muitas práticas de ensino superior são um aprofundamento do que ensinamos no ensino médio, apesar da química trabalhada ser diferente. (grifo nosso) É claro que não podemos ir além por falta do conhecimento prévio que os alunos têm. (Ana)

Ainda dentro desta discussão, ao analisar os questionários aplicados aos licenciandos em química, as respostas tiveram o mesmo direcionamento, ou seja, há também uma divisão entre os que acreditam que haja uma relação e os que não conseguem fazer uma relação entre o que é ensinado no curso superior o que é que poderia ser aplicado no ensino médio. O que pode ser percebido em algumas respostas dos licenciandos:

Nem sempre é possível estabelecer uma associação. Não sou professor ainda, mas o que posso lembrar do ensino que tive, não consigo estabelecer uma conexão. (João)

Acredito que muitas práticas têm aplicabilidade com as matérias do ensino médio, pois são somente aprofundadas, dá para aproveitar, apesar de serem diferentes. (Luciana)

Acho que consigo fazer uma relação, porque o conteúdo que vimos é uma base para o ensino médio, mesmo sendo um pouco diferente. (Mariana)

Muitos motivos relacionados a essa emblemática está na maneira com que o aluno da graduação atribui significados para as práticas que realiza nos laboratórios. Lunetta, Hofstein e Clough (2005) apontam que não basta que o aluno saiba manusear os equipamentos, que saiba bem a ciência de forma teórica, ele deve ter em mente os objetivos das práticas que irá realizar e qual o sentido daquele aprendizado.

Procuramos através do curso de extensão estabelecer um diálogo para que as práticas que propomos tenham mais significado para o professor, que ele possa estabelecer uma relação com a teoria e com a ciência de uma forma mais ampla. Conseguimos identificar que o discurso dos participantes durante e após o curso teve um novo direcionamento. Mesmo percebendo que ainda se preocupavam com a metodologia empregada, havia já um entendimento de que práticas de ensino superior que tenham significados para o ensino de química, aliados ao entendimento de que a química não é fragmentada, podem auxiliar o futuro professor a estabelecer uma relação do que ele aprendeu e o que ele vai ensinar.

É importante para nós vivenciarmos uma experiência de laboratório que é dada na graduação que faz sentido, que possamos relacionar com a teoria. Além disso, é muito motivante pra mim, ver que é muito sensato pensar que a química que eu aprendi é a mesma. Tudo fez muito sentido pra mim. Eu trabalho com aulas de laboratório e a metodologia empregada aqui, apesar de não vermos a química de coordenação no Ensino Médio, me ajudou a fazer uma reflexão. (Andreia)

Às vezes é importante pararmos para pensar o quanto é importante irmos ao laboratório e fazer uma prática de ensino superior e conseguir enxergar que tudo o que vemos aqui, está lá na sala de aula. Então todo o conhecimento é válido, é enriquecedor. (Patrícia)

Segundo alguns autores como Medeiros e Bezerra Filho (200), é necessário romper com a tradição de um ensino de uma ciência que não pode ser questionada. Buscamos através do curso de extensão estabelecer uma reflexão sobre a ciência não como verdade absoluta e nem como uma misteriosa evolução de tudo que deu certo, e sim na existência de quebras de paradigma. Utilizamos para isto, a história da química de coordenação inserida em um contexto histórico-científico do século XIX. Nossa proposta foi recriar (ou mesmo aproximar) dos experimentos que levaram a diversas teorias, até a quebra de paradigma feita pelo cientista Alfred Werner.

### **5.7.3 Existência de vários conteúdos contidos em uma prática de ensino superior que podem ser trabalhados no ensino médio**

O laboratório de ensino é um locus de excelência para trabalhar diversos conteúdos químicos, mas uma preocupação se torna frequente entre os pesquisadores e próprios profissionais da educação: qual o significado de levar o aluno a experimentar? Lunetta, Hofstein e Clough (2005) já apontam alguns caminhos a serem considerados, como o exercício contínuo de se buscar compreender os objetivos de cada experimento. Além disto também apontam a necessidade de verificar quais são as habilidades a serem desenvolvidas e quais conhecimentos devem ser considerados.

Pensando sobre este último aspecto, é importante para o professor estabelecer um planejamento reflexivo sobre os saberes químicos que poderão ser discutidos durante um experimento. A racionalidade técnica guiou os laboratórios didáticos durante décadas, que era baseada na ideia de que basta apenas saber o conteúdo para ser um bom professor. Isso motivou muitas pesquisas nesta área, como cita Santos (2013):

A crítica à racionalidade técnica, que orientou e serviu de referência para a educação e socialização dos profissionais em geral e dos professores em particular durante grande parte do século XX, gerou uma série de estudos e pesquisas que têm procurado superar a relação linear e mecânica entre o conhecimento técnico-científico e a prática na sala de aula. (p. 916)

Uma das preocupações em nossa pesquisa foi fazer com que as práticas de química de coordenação fizessem sentido, que os objetivos fossem estabelecidos e que os

conhecimentos de química que as compõem pudessem contribuir para a atuação do professor dentro de sala de aula que era nosso público-alvo.

Procuramos relacionar as práticas desenvolvidas às atividades de investigação, para que os participantes pudessem ocupar uma posição mais ativa no processo de construção do conhecimento (OLIVEIRA, 2010), fazendo com que haja um maior entendimento de todos os conhecimentos químicos trabalhados. Segundo Oliveira (2010):

Os conteúdos podem ser discutidos no próprio contexto da atividade, sempre em resposta aos questionamentos dos alunos e sua busca por explicações para os fenômenos. Em geral as etapas de execução do experimento são realizadas previamente a qualquer abordagem dos conteúdos correlacionados à atividade, de tal forma que os resultados não sejam totalmente previsíveis, nem as respostas fornecidas de imediato pelo professor.

Fizemos um levantamento de conteúdos de química que fazem parte do corpo de conhecimentos básicos trabalhados no ensino médio e que pudessem estar relacionados às práticas de química de coordenação selecionadas. Nosso intuito neste momento não foi realizar uma demonstração destes conteúdos junto aos participantes, mas instigar uma discussão, criar um espaço em que eles pudessem questionar as etapas dos experimentos e assim identificar estes conteúdos de forma espontânea.

No tópico anterior discutimos a visão dos participantes antes e depois do curso de extensão, sobre a relação que poderiam fazer sobre o conhecimento que é visto em uma prática de ensino superior e o que é trabalhado no ensino médio. Dentro dessa mesma perspectiva, neste momento iremos discutir quais são os conhecimentos químicos que os participantes identificavam antes e após o curso de extensão.

No início do primeiro encontro eles responderam a um questionário semiestruturado que foi nossa base para analisar os dados, mas não foram os únicos, contamos com outros instrumentos de pesquisa, como a observação para complementá-los. O que pudemos detectar neste momento foi que os participantes não conseguiam estabelecer uma conexão dos conteúdos, como constatamos em algumas falas desses professores.

Não consigo visualizar os conteúdos das práticas com conteúdos do ensino médio, as práticas são muito específicas. (Ana)

Eu acho que as práticas que vimos no laboratório da graduação são muito voltadas para o ensino superior, não sei falar agora em como poderia relacionar os conteúdos. (Paula)

Conseguimos perceber um traço da racionalidade técnica em suas falas, pois em muitos momentos constatados em nossas observações, eles afirmam que os conhecimentos

adquiridos na graduação foram muito importante, mas não conseguem estabelecer uma conexão a ponto de poderem, por exemplo, citar um conteúdo.

Durante a realização das práticas, os participantes citaram vários conteúdos que estavam presentes nas práticas e que são trabalhados no ensino médio, o que foi confirmado quando analisamos o questionário final. Segundo Oliveira (2010), no decorrer da própria aula experimental os conceitos podem ser discutidos, como respostas às questões que surgem durante o experimento e aos questionamentos levantados.

No quadro 6 relacionamos os conteúdos apontados por eles. É importante destacar que a relação ora apresentada de conteúdos foi espontaneamente relatada pelos participantes e apesar de apresentarmos sugestões nos questionários finais, os dados foram coletados durante os encontros.

Quadro 6 – Conhecimentos em química reconhecidos pelos participantes

<b>Conteúdos</b>
Estequiometria
Reações químicas
Solubilidade e $K_{ps}$
Elementos de transição
Cinética química
Concentrações
Eletroquímica: estados de oxidação
Fotossensibilidade
Separação de misturas
Polaridade

Fonte: Próprio autor

Percebemos que a motivação guiou os participantes durante suas próprias constatações sobre a presença destes conteúdos em práticas que envolvem a química de coordenação e que são realizadas no ensino superior, o que ficou evidenciado em suas falas.

Não havia percebido que tantos conteúdos que trabalhamos no EM estão relacionados com uma prática de laboratório que é feita na graduação. Depois da discussão que fizemos, penso que todas as disciplinas experimentais (teóricas também) que são da graduação podem nos ajudar a perceber os vários conteúdos relacionados. (Andreia)

Quando fizemos a prática, conteúdos como solubilidade fizeram muito mais sentido, vivenciamos. Tudo que podemos nos mobilizar para trabalhar no laboratório é válido, desde que os conteúdos possam ser trabalhados com significados. (Andreia)

Eu confesso que nunca tinha pensado que durante a graduação trabalhamos no laboratório com tantos conceitos que agora aplicamos na sala de aula.



Achei este nosso encontro muito enriquecedor, me fez refletir como posso trabalhar com meus alunos. (Paula)

Quando fazemos uma prática de um conteúdo igual à química de coordenação, temos a impressão de que será um conteúdo todo específico para um curso superior, com aspecto de bacharelado, mas no fundo, tudo é química. Com uma síntese, trabalhamos tantos conteúdos, quando começamos a discussão vimos que era só começar a pensar em um deles, e os outros foram aparecendo. Deveríamos ter uma discussão maior na graduação durante as práticas, isto tanto para a licenciatura quanto para o bacharelado. (Patrícia)

Com isto, acreditamos que uma disciplina de laboratório no ensino superior pode ser um locus de discussão do ensino de química em vários aspectos tais como: a ideia de que os conhecimentos específicos de química podem ser compartilhados em aulas experimentais e a visão de que é uma ciência que não se apresenta de forma fragmentada, isolada em disciplinas específicas, como a química de coordenação.

#### **5.7.4 Conteúdos de química de coordenação para a formação docente**

A química de coordenação se apresenta como uma área da inorgânica que tem se destacado principalmente a partir da segunda metade do século XX (BERALDO, 2011), mas desde suas origens ela tem contribuído para toda a ciência química. Um dos cientistas de mais destaque foi Alfred Werner que, além de ter sido um grande nome no entendimento dos complexos metálicos, fez inúmeras contribuições para a química, como em seu trabalho sobre Teoria de Afinidade e Valência. Além disso, outros trabalhos, como o de Jorgensen sobre a prata, por exemplo, deixaram heranças que até hoje se mostram presentes nos laboratórios (SANTOS et al, 2014).

Diante disto, é imprescindível fazer uma reflexão sobre a importância da química de coordenação para a formação de futuros professores. Apesar deste conhecimento específico não ter uma aplicação direta no ensino básico, muitas aplicações da química inorgânica estão relacionadas a ele.

Analisamos qual a visão que os professores que participaram do curso de extensão tinham da importância da química de coordenação para sua formação. Antes dos nossos encontros eles tinham uma opinião de que ter contato com essa área de conhecimento era importante, mas ainda estavam relacionando de forma distanciada da sua atuação como professor, acreditavam na interpretação de um currículo comum ao bacharelado.

As disciplinas são focadas na ciência “dura”, sem a interface com questões pedagógicas. Eu fiz a teórica e a experimental, mas as duas tinham aspecto de bacharelado. (Patrícia)

Acho importante a química de coordenação, pois mesmo que a gente não aplique na sala de aula, podemos explicar melhor algumas substâncias para o ensino médio, como por exemplo a formação da hemoglobina, apesar de ter feito a disciplina [somente fez a teórica] voltada para o bacharelado. (Ana)

Ainda com o intuito de estabelecer uma comparação, a mesma análise foi feita com as respostas dos licenciandos sobre a importância da química de coordenação para sua formação como futuro professor de química. Estas respostas também tinham a mesma perspectiva dos participantes do curso, ou seja, acreditam que seja uma área de conhecimento que haja um distanciamento com a futura atuação em sala de aula. Segundo eles:

A matéria é muito complexa, acho importante para ser um químico, mas parece mais uma matéria do bacharelado. (Jonas)

Apesar de nos dar maior clareza e visão nas estruturas elementares, possibilitando maior entendimento, não consigo perceber a relação com o ensino básico. Mas como químico acho enriquecedor. (João)

Após o curso retornamos ao questionamento sobre como os participantes viam a química de coordenação para a sua formação. Observamos que continuavam acreditando na importância dela, mas agora relataram que é importante para sua profissão não somente como químico, mas como professor/pesquisador reflexivo. Segundo Oliveri, Coutrim e Nunes (2010):

Enquanto os agentes educacionais se mantiverem distantes da postura inquiridora, própria do pesquisador, os mesmos continuarão sendo percebidos como reprodutores do conhecimento produzido na universidade e não como agentes de reflexão sobre estes saberes, adequando-os em sala de aula. (p. 296)

Isto pode ser evidenciado em falas contidas nas respostas dos participantes.

Do jeito que foi trabalhado, fazem mais sentido pra mim, não que eu vou aplicar no ensino médio o que aprendi, mas como química, percebi que meus conhecimentos se ampliaram e que isso vai refletir lá na sala de aula, pois posso abordar um contexto, por exemplo, envolvendo a química de coordenação. Basta pesquisar, acredito que vou encontrar. (Andreia)

Tive um melhor entendimento da química do ferro e do cobalto. Acho que tudo é válido, torna a gente mais conhecedor, depende do jeito que aprendemos (Paula)

Diante das observações que realizamos, acreditamos que mesmo a química de coordenação não sendo uma área aplicada no ensino básico, ela juntamente com outros

conhecimentos específicos podem ser muito relevantes para a formação de professores. Pois, podem ampliar o conhecimento como químico, fazendo uma contribuição para a formação do professor reflexivo, que tem em sua prática em sala de aula um contínuo desafio.

### **5.7.5 A abordagem histórica como recurso didático no ensino de química**

Embora esta categoria não tenha sido criada a priori, e sim através das observações que fizemos durante o curso, ressaltamos a importância de fazer uma reflexão sobre a sua importância para a formação do professor.

Apesar de todos os participantes terem em sua formação a química de coordenação teórica, eles relataram que não se lembram da história da química de coordenação. Mas concordaram que trabalhar a história das ciências é muito enriquecedor, não somente como forma de ilustrar, mas também como uma maneira de entender como a ciência não é caracterizada como uma verdade absoluta e nem uma construção linear.

Em nosso curso de extensão, procuramos trabalhar a história da química de coordenação fazendo uma relação com o contexto histórico-científico do século XIX. O nosso intuito foi criar um espaço de discussão da química como uma ciência construída de forma integrada, não se limitando a conhecimentos estanques e distanciados. Além disso, fazer com que os participantes possam entender a química não somente de forma evolutiva, mas também através de verdadeiras revoluções científicas. Segundo Toma (2014):

A história ensina que é preciso ser crítico na experimentação e argumentação científica, porém, ao mesmo tempo, atento para o inexplicável e o imprevisível, pois lá pode estar o germe de uma nova teoria e a brecha para um novo avanço na ciência. (p. 579)

Apesar da questão da abordagem histórica não estar presente no questionário final, foi através do debate posterior ao primeiro encontro que pudemos observar nas falas dos participantes que acharam muito enriquecedor a história química de coordenação vista sob o aspecto da química geral do século XIX. Segundo Paula: “Gostei da abordagem histórica, pois se relacionava com o contexto histórico-científico e não somente com a história da química de coordenação.”

Os participantes também relataram que foi muito importante para eles o contato com a história da química de coordenação por fazer com que compreendessem melhor esta área de conhecimento. Além disto, o que chamou nossa atenção foi a compreensão deles de

que é possível trabalhar a história da química através de aulas experimentais. As duas constatações podem ser percebidas pelas falas destes participantes:

Achei muito interessante a parte da relação com a química de coordenação, eu fiz a teoria e a experimental e não lembro do que foi visto, não consegui ver uma relação na época entre as duas disciplinas. Pra falar a verdade não tive uma abordagem histórica. (Ana)

Achei muito interessante e enriquecedor para mim como professora. Eu sei que temos que abordar o conteúdo histórico, mas a gente tem muita dúvida como abordar, qual o momento. Confesso que não conseguia enxergar bem a relação com o laboratório. O curso ajudou muito com relação a isso, principalmente quando foi abordado em conjunto com toda a química. (Andreia)

Embora o foco do nosso trabalho não foi voltado para questões relacionadas à abordagem histórica, este foi um momento de discussões de muita relevância, uma vez que inúmeras pesquisas apontam para a importância de introduzir a história das ciências de maneira a entender a construção delas dentro de um contexto científico e social (REIS, SILVA & BUZA, 2012), apesar de não nos voltarmos para questões sociais em nossas discussões.

A introdução da história das ciências nos currículos dos cursos de formação de professores foi um fato importante e ocorreu em diversos países, porém em períodos diferentes. No Brasil teve destaque após a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/96, de 20/12/1996), apesar de não estar explícito. Segundo Reis, Silva e Buza (2012): “A inclusão de Tópicos de História da Ciência deve procurar ressaltar o caráter da ciência como processo de construção humana em oposição ao seu caráter de objeto de estudo acabado.”(p. 03). Autores como Lunetta, Hofstein e Clough (2005) apontam a importância de trabalhar aulas experimentais dentro do contexto da história das ciências, o que não tem sido uma prática muito comum na didática dentro de sala de aula e ressaltam que esta história é uma ferramenta muito importante para trabalhar aulas experimentais.

### 5.7.6 Conteúdo abordado através de uma aplicação: a cianotipia

Como já foi discutido no capítulo 3 dessa pesquisa, utilizamos a contextualização sob a perspectiva histórica com dois enfoques. O primeiro foi discutido no item 5.5.2, onde buscamos relacionar a história da química de coordenação utilizando práticas através de um contexto histórico-científico, o que caracterizou o nosso primeiro encontro. O segundo enfoque que foi desenvolvido no segundo encontro, estava relacionado a um contexto histórico específico, a técnica de impressão fotográfica de cianotipia, utilizando um recurso aplicado da química de coordenação, que foram os complexos de ferro com oxalato.

Embora nosso intuito a priori não foi discutir uma aplicação da química de coordenação, os dados que obtivemos foram muito enriquecedores para abrir um diálogo sobre a importância da contextualização no ensino. É interessante ressaltar que no início do nosso segundo encontro quando questionados sobre contextualizar (ou contextuar<sup>9</sup>), os participantes não tinham uma ideia muito solidificada sobre este conceito e como poderiam aplicar tal recurso em sala de aula. Segundo Patrícia: “Acho que nem entendo bem o que é contextualizar, muitas vezes emprego isso em sala de aula, mas só para introduzir um assunto”.

Não buscamos nesta pesquisa aprofundar em tais conceitos sobre a contextualização, uma vez que a própria literatura é divergente, procuramos abrir um espaço de debates sobre a importância de um conteúdo aplicado. O que foi pertinente destacar que antes do nosso encontro, eles não conseguiam visualizar uma possível contextualização de uma área de conhecimento como a química de coordenação. Além disso, os participantes concordaram que foi um aspecto motivador para a aula experimental.

Tínhamos uma ideia de contextualizar, mas muitas vezes ela está relacionada ao cotidiano do aluno, e por isso não conseguimos ver uma contextualização com a química de coordenação, mas depois de fazer a prática, pude perceber que é só termos a ideia de que a química está em tudo. (Ana)

A gente vê tão pouco este tipo de abordagem na graduação, as práticas parecem que é só pra gente manusear instrumentos, como se a química do laboratório ficasse só no laboratório, não tendo nenhuma aplicação, ainda mais a química de coordenação que a gente fica imaginando que ocorreu a síntese e pronto, mas para que eu sintetizei? Adorei fazer a cianotipia, acho que não só na química de coordenação, mas em todas as disciplinas, deveria haver mais contextualização. (Andreia)

---

<sup>9</sup> A diferença está no conceito segundo o dicionário, pois contextuar se relaciona ao contexto, o que fica mais coerente com a forma de ensinar contextualizando (WHARTA, SILVA & BEJARANO, 2013).

Achei muito interessante a prática com aplicação, gostei muito de fazer a cianotipia, foi muito motivante. (Paula)

Diante das falas dos participantes, é importante refletir como um curso formador de professores pode contribuir para a sua prática dentro de sala de aula, por exemplo, na questão de entender que a química pode e deve ser melhor contextualizada. Não apenas para entender um fenômeno específico, mas como uma multiplicadora de saberes que estão presentes em diferentes lugares e momentos.

Utilizamos a cianotipia, que foi uma técnica fotográfica muito utilizada no século XIX, para trabalhar uma contextualização histórica aliada a uma aplicação de compostos sintetizados na aula de química de coordenação. Os participantes sintetizaram os dois compostos,  $K_3[Fe(ox)_3].3H_2O$  e  $(NH_4)_3[Fe(ox)_3].3H_2O$ , e foi escolhido o segundo<sup>10</sup> para que pudessem fazer cianótipos. (Figura 10).

---

<sup>10</sup> A escolha foi didática, respeitando o tempo que tínhamos disponível para a realização do encontro, uma vez que este composto já estava em solução.

Figura 10 – Cianótipos criados pelos participantes do curso de extensão



Fonte: Próprio autor

Nosso intuito também não foi esgotar o assunto, uma vez que é um horizonte de possibilidades, mas suscitar uma reflexão que pode auxiliar na atuação do professor dentro de sala de aula. E isto pode ter início nos cursos de formação de professores.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

No presente trabalho levantamos algumas questões que são muito discutidas quando o assunto é a formação de professores, como a influência do perfil das licenciaturas e os currículos das instituições de ensino superior. Além disso, também buscamos conhecer as contribuições que os conhecimentos específicos podem trazer para formação docente. Mas esta discussão não se encontra esgotada e necessita de uma constante mobilização por parte das instituições, do corpo docente, discente e de pesquisadores na área de ensino.

Em sua formação inicial, o licenciando tem contato com disciplinas pedagógicas, e cada vez mais percebe-se a importância delas e como isto vem influenciando na reformulação dos currículos de licenciatura. Porém, a maior parte do curso é composta por disciplinas de conteúdos específicos, o que nos faz refletir sobre a relevância de um saber docente dos professores universitários que possa atender às necessidades de uma formação contributiva.

Com o nosso trabalho buscamos refletir sobre o laboratório de ensino superior na formação docente, utilizando um conhecimento específico: a química de coordenação. Para isso, analisamos como práticas experimentais de química de coordenação, podem contribuir para a atuação do professor de química da escola básica. Essa análise foi feita através dos resultados obtidos após a realização de um curso de extensão. O planejamento do curso tinha o intuito de fazer com que as práticas experimentais de química de coordenação gerassem significados. Para atingir este objetivo buscamos abrir um espaço de debates que apontasse os conhecimentos de química que poderiam estar presentes tanto no ensino superior quanto no ensino médio.

Apesar dos resultados encontrados apontarem que muitas instituições não apresentam práticas desse conhecimento específico, acreditamos que elas devem estar presentes na formação inicial, pois elas contribuem para a formação inicial, desde que elas sejam pensadas com este objetivo. Isso não é válido somente para as práticas de química de coordenação, mas práticas de qualquer conteúdo específico, fazendo com que a bagagem de conhecimentos do professor em formação seja ampliada e dessa forma, possibilite que se formem professores reflexivos e ao mesmo tempo, críticos da sua atuação e dos conteúdos que possam ser discutidos em sala de aula.



Todo conhecimento específico é relevante para a formação inicial. Não somente àquele que tenha uma aplicabilidade direta no ensino básico, mas àqueles que venham a contribuir para a formação de um profissional, que ao mesmo tempo em que é um professor, também é um químico.

Também ressaltamos a importância de pensar no laboratório do ensino superior como um espaço em que se privilegiam debates sobre os conhecimentos químicos trabalhados, para que tenham significados e dessa forma serem uma fonte rica de ensino e de aprendizagem.

Acreditamos que existem diversas ferramentas, recursos ou metodologias que possam ser empregadas em práticas de ensino superior que auxiliam na construção de conhecimentos. Ressaltamos nesta pesquisa o uso da contextualização histórica como ferramenta no ensino e como ela pode ser uma aliada nas aulas de química do ensino superior. Quando ela é aplicada na graduação, pode auxiliar a criação de significado e a fazer com que o licenciando estabeleça conexões entre os conteúdos específicos de química e aqueles que são trabalhados no ensino básico, deixando de ter a visão de que a química que se vê na graduação é “diferente” da química que se ensina.

Acreditamos também que nossas reflexões, apesar de estarem direcionadas à química de coordenação (QC), podem ser estendidas a qualquer conteúdo específico, seja em aulas experimentais, seja em disciplinas teóricas do ensino superior. O importante é o constante repensar na formação do professor, pois é uma profissão que não se esgota em si mesma, mas multiplica saberes, além de estar em constante processo de mudança.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun 2003.

ARROIO, A. Formação docente para o Ensino Superior em Química. In **VII Enpec, Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis: nov 2000, p. 01-12.

\_\_\_\_\_; RODRIGUES FILHO, U. P.; SILVA, A. B. F. A formação do Pós-graduando em química para a docência em nível superior. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 6, p. 1387-1392, ago 2006.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal; Edições 70, LDA, 2009.

BELEI, R. A.; GIMENIZ-PASCHOAL, S. R. O uso de entrevistas, observação e videogravação em pesquisa qualitativa. **Cadernos de Educação**, Pelotas, v. 30, p. 187-199, jan/jun 2008.

BERALDO, H. Tendências atuais e as perspectivas futuras da Química Inorgânica. **Ciência e Cultura**, v. 63, n.1, p. 29-32, jan 2011.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. 1 ed. Porto: Editora Porto, 1994.

BORGES, P. B. P. **Formação continuada de Professores: uma revisão de literatura em trabalhos publicados de 2005 a 2015**. 2016. 36f. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura – Ciências Exatas: Química). Curso de Ciências Exatas, Universidade Federal do Pampa, Caçapova do Sul, 2016.

BRASIL. **Lei n. 9394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.

\_\_\_\_\_. **Parecer CNE/CES n. 1303, de 06 de novembro de 2001**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química.

\_\_\_\_\_. **Resolução n. 2, de 01 de julho de 2015**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada

BRAVO, B. C.; PEREIRA, A. M. F. A. A Materialidade da Ausência pelo Azul. **Revista Matéria-Prima**, Belo Horizonte, vol. 5, n. 2, p. 130-140, mai 2017.

CAMPOS, J. C. B. **Cianotipia em grande formato**: Processo alternativo de reprodução de imagem em câmara clara. Uma abordagem das dimensões da linguagem, cor e espaço. 2007. 100f. Dissertação (Mestrado em Artes). Instituto de Artes, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 2007.

CIRÍACO, M. G. S. **Prática Pedagógica de Professores de Química**: interface entre formação inicial e continuada. 2009. 133f. Dissertação (Mestrado em Educação – Ensino, Formação de Professores e Práticas Pedagógicas). Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2009.

\_\_\_\_\_.; SILVA, R. Formação inicial e continuada de Professores de Química: uma análise da formação e das práticas pedagógicas. In 2º Encontro Norte-Nordeste de Ensino de Química, Natal, 2011. **4º Congresso Norte-Nordeste de Química**. Natal, 2011, p. 01-23.

DIAS-DA-SILVA, M. H. G. F.; ROMANATTO, M. C.; SOSSOLETE, C. C.; INFORSATO, E. C.; CHAKUR, R. C.; MUZZETTI, L. R.; OLIVEIRA, J. K. A reestruturação das licenciaturas: alguns princípios, propostas e (pré)condições institucionais. **Rev. Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 8, n. 23, p. 15-37, jan/abr 2008.

DUARTE, M. S.; SCHWARTZ, L. B.; SILVA, A. M. T.; REZENDE, F. Perspectivas para além da racionalidade técnica na formação de professores de ciências. In **VII Enpec, Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis: nov 2009, p. 01-11

FERREIRA, F. I. Reformas educativas, formação e subjetividades dos professores. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 38, p. 239-251, mai/ago 2008.

FIGUEREDO, D.; EICHLER, M. Uma análise do curso de Graduação: Química Licenciatura UFSC. In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA, 33., 2013, Unijuí. **Movimentos curriculares da Educação Química**: o Permanente e o Transitório. Unijuí, 2013.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de Conteúdo**. 4 ed. Brasília: Liber Livro, 2012.

FREITAS, M. T. A. A perspectiva Sócio-histórica: uma visão humana da construção do conhecimento. In: FREITAS, M. T. A.; SOUZA, S. J.; KRAMER, S. **Ciências humanas e pesquisa: leitura de Mikhail Bakhtin**. 2 e.d., São Paulo: Cortez, 2007, p. 26-28.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, nov 1999.

GIL, A. C. **Didática do ensino superior**. 2 e.d. São Paulo: Editora Atlas, 2007.

\_\_\_\_\_. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5 e.d. São Paulo: Atlas, 1999.

JESUS, W. S.; ARAÚJO, R. S.; VIANNA, D. M. Formação de Professores de Química: a realidade dos cursos de Licenciatura segundo os dados estatísticos. **Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 10, n. 80, p. 01-12, jul 2014.

KRIPKA, R. M. L.; BONOTTO, D.; RICHTER, L. **Observação na Pesquisa Qualitativa: contribuições e dificuldades em estudo de caso**. In A. P. Costa et al (Eds). Atas do 4º Congresso Ibero-Americano em Investigação qualitativa (CIAIQ2015) e do 6º Simpósio Internacional de Educação e Comunicação (SIMEDUC2015), Aracajú, Brasil, p.234-237.

LUDWIG, A. C. W. Métodos de Pesquisa em Educação. **Educação em Revista**, Marília, v. 14, n. 2, p. 7-32, jul/dez 2014.

LUNETTA, V. N.; HOFSTEIN, A.; CLOUGH, M. P. Learning and Teaching in the School Science Laboratory: An Analysis of Research, Theory, and Practice. In: ERLBAUM, L. **Handbook of Research on Science Education**. Hillsdale: S. Abell & N. Lederman. 2005, Chapter 15, p. 393-441

MALDANER, O. A. A pesquisa como perspectiva de Formação Continuada do Professor de Química. **Química Nova**, São Paulo, v.22, n.2, p. 289-292, 1999.

MANZINI, E. J. Considerações sobre a elaboração de roteiro para entrevista semi-estruturada. In MARQUEZINE, M.C.; ALMEIDA, M. A.; OMOTE, S. (Orgs.). **Colóquios sobre pesquisa em Educação Especial**. Londrina: Eduel, 2003. p. 11-25.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5 e.d, São Paulo: Atlas, 2003

MARTINS, H. H. T. S. Metodologia qualitativa de pesquisa. **Educação e pesquisa**, São Paulo, v. 30, n.2, 2004.

MEDEIROS, A.; BEZERRA FILHO, S. A natureza da ciência e a instrumentalização para o ensino de Física. **Ciência & Educação**, v. 6, n. 2, p. 107-117, 2000.

MENDES SOBRINHO, J. A. C. **Ensino de Ciências naturais na escola normal: aspectos históricos**. Teresina: EDUFPI, 2002.

MESQUITA, N. A. S.; CARDOSO, T. M. G.; SOARES, M. H. F. B. O projeto de educação instituído a partir de 1990: caminhos percorridos na formação de professores de química no Brasil. **Química Nova**, v. 36, n. 1, p. 195-200, 2013.

MORÉ, C. L. O. O. **A entrevista em profundidade ou semiestruturada, no contexto da saúde**. In A. P. Costa et al (Eds). Atas do 4º Congresso Ibero-Americano em Investigação qualitativa (CIAIQ2015) e do 6º Simpósio Internacional de Educação e Comunicação (SIMEDUC2015), Aracajú, 2015, Brasil, p. 126-131.

MOURA, S. A. S. **Análise de um grupo colaborativo de professores de química como espaço de formação continuada**. 2010. 127f. Dissertação (Mestrado em Educação – Educação). Universidade Católica Dom Bosco, 2010.

NIEZER, T. M.; SILVEIRA, M. C. F.; FABRI, F. Formação Continuada e Enfoque CTS: percepções de um grupo de professores de Química. In: **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis: jul 2017.

OGLIO, C. D.; HOEHNE, L. Compostos de Coordenação e a Química Inorgânica. **Revista Destaque Acadêmicos**, v. 5, n. 4, 2013.

OKI, M. C. M.; MORADILLO, E. F. O ensino de História da Química: contribuindo para a compreensão da natureza da Ciência. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 1, p. 67-88, 2008.

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

OLIVERI, A. M. R.; COUTRIM, R. M. E.; NUNES, C. M. Como se forma o professor pesquisador? Primeiras aproximações a partir de um estudo de caso. **Educação em Perspectiva**, Viçosa, v. 1, n. 2, p. 293-311, jul/dez 2010.

REIS, A. S.; SILVA, M. D. B.; BUZA, R. G. C. O uso da história da ciência como estratégia metodológica para a aprendizagem do ensino de química e biologia na visão dos professores do ensino médio. **História da Ciência e Ensino**, v. 5, p. 1-12, 2012.

SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C. D.; GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, São Leopoldo, RS, ano 1, n. 1, p. 01-15, jul 2009.

SANTOS, F. K. S. Limites e Possibilidades da Racionalidade Pedagógica no Ensino Superior. **Educação & Realidade**, Porto Alegre, v. 38, n. 3, p. 915-929, jul/set 2013.

SANTOS, M. R.; CAVALCANTI, E. L. D. A formação inicial e continuada de professores de química: uma análise do quadro docente de Barreiras/BA. In **XVI Eneq, Encontro Nacional de Química**. Salvador: jul 2012, p. 01-12.

SANTOS, L. M.; SARTO, L. E.; BOZZA, G. F.; de ALMEIDA, E. T. Química de Coordenação: Um sonho Audacioso de Alfred Werner. **Revista Virtual de Química**, v. 6, n. 5, p. 1260-1281, 2014.

SATO, M. **A aula de laboratório no Ensino Superior de Química**. 2011. 115f. Dissertação (Mestrado em Ciências – Físico-química). Instituto de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

SCHNETZLER, R. P. Concepções e Alertas sobre a Formação Continuada de Professores de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 16, p. 15-20, nov 2002.

SEIXAS, R. H. M.; CALABRÓ, L.; SOUSA, D. O. A formação de professores e os desafios de ensinar ciências. **Revista Thema**, Pelotas, v. 14, n. 1, 2017.

SILVA, C.S.; OLIVEIRA, L. A. A. Formação inicial de professores de química: formação específica e pedagógica. In NARDI, R. (org.). **Ensino de Ciências e matemática, I: temas sobre a formação de professores**. São paulo: Editora UNESP, 2009, capítulo 3, p. 42-57.

SILVA SÁ, C. S.; SANTOS, W. L. P. Constituição de identidades em um curso de licenciatura em química. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 69, p. 315-338, abr/jun 2017.

SILVEIRA, T. A.; OLIVEIRA, M. M. Formação inicial e Saberes Docentes no Ensino de Química através da utilização do Círculo Hermenêutico-dialético. In **VII Enpec**: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis, nov/2009, p. 01-13.

TARDIF, M. **Saberes Docentes e Formação Profissional**. 7 e.d. Petrópolis: Vozes, 2002.

TEIXEIRA, E. B. A Análise de Dados na Pesquisa Científica: importância e desafios em estudos organizacionais. **Desenvolvimento em Questão**, Rio Grande do Sul, ano 1, n. 2, p. 177-201, jul/dez 2003.

TOMA, H. E. Alfred Werner e Heinrich Rheinboldt: Genealogia e Legado Científico. **Química Nova**, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 574-581, 2014.

\_\_\_\_\_. **Química de Coordenação, organometálica e catálise**. 1 e.d. São Paulo: Editora Blucher, 2013.

TORRES, A. R.; ALMEIDA, M. I. Formação de professores e suas relações com a pedagogia para a educação superior. **Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação Docente**, Belo Horizonte, v. 5, n. 9, p. 11-22, jul/dez 2013.

ZUCCO, C.; PESSINE, F. B. T.; ANDRADE, J. B. Diretrizes Curriculares para os cursos de Química. **Química Nova**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 454-461, abr 1999.

WARE, M. *Cyanomicon: History, Science and Art of Cyanotype: photographic printing in Prussian blue*, 2014. Disponível em [www.mikeware.co.uk](http://www.mikeware.co.uk), último acesso: 24/06/2018.

WHARTA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, mai 2013.

**APÊNDICE A – Questionário aplicado aos professores da Universidade Federal de Juiz de Fora que lecionam/lecionaram a disciplina de Química de Coordenação Teórica**

**Conteúdos destacados da ementa (com tópicos aprofundados)  
Marque quais conteúdos aborda/abordou nas aulas teóricas.**

1) Desenvolvimento Histórico. (aulas aproximadas: \_\_\_\_)

- Sophus Mads Jorgensen.
- Alfred Werner e desenvolvimento de sua teoria.
- Os compostos de coordenação na atualidade.
- Número atômico efetivo.
- Regra dos 18 elétrons.
- Conteúdo Extra: (Tópicos do conteúdo que não são citados mas foram/são abordados nas suas aulas). Qual (is): \_\_\_\_\_

2) Introdução aos compostos de coordenação. (aulas aproximadas: \_\_\_\_)

- Interações ácido-base de Lewis.
- Espécie central e ligantes.
- Átomo doador.
- Complexo e íon complexo.
- Número de coordenação
- Efeito quelato.
- Isomeria.
- Conteúdo Extra. Qual (is): \_\_\_\_\_

3) Nomenclatura. (aulas aproximadas: \_\_\_\_)

- Nomenclatura dos compostos de coordenação.
- Alguma observação dentro deste conteúdo: \_\_\_\_\_

4) Estrutura eletrônica dos elementos do bloco d. (aulas aproximadas: \_\_\_\_)

- Energia de rede e entalpia de hidratação.
- Números quânticos.
- Equação de onda.
- Interpretação e solução da equação de onda.
- Forma dos orbitais.
- Termos de Russel-Saunders.
- Conteúdo Extra. Qual (is): \_\_\_\_\_

5) Teoria de Ligação de Valência (aulas aproximadas: \_\_\_\_)

- Hibridização.
- Geometria.
- Propriedades magnéticas.
- Complexos de orbital interno e externo.
- Princípios da eletroneutralidade e retrodoação.
- Limitações da TLV.
- Conteúdo Extra. Qual (is): \_\_\_\_\_

## 6) Teoria do Campo Cristalino (aulas aproximadas: \_\_\_\_)

- Complexos Octaédricos e Tetraédricos.
  - Desdobramento do campo cristalino: medida de  $Dq$
  - Energia de Estabilização do campo cristalino (EECC).
- Energia de emparelhamento.
- Diferenças entre campo forte e campo fraco.
- Fatores que influenciam o valor de  $10Dq$ .
- Efeito Jahn-Teller.
- Complexos quadrados-planares.
- Outras simetrias.
- Cores dos complexos.
- Série espectroquímica.
- Parâmetros de desdobramento do CC (fator  $g$  e  $t$ ).
- Evidências da TCC.
- Conteúdo Extra. Qual (is): \_\_\_\_\_

## 7) Teoria do Orbital Molecular (aulas aproximadas: \_\_\_\_)

- Revisão de TOM.
- Ligações sigma e pi.
- Orbitais moleculares simples de compostos octaédricos, tetraédricos e quadráticos planos.
- Interação metal-ligante do tipo  $\pi$ .
- Conteúdo Extra. Qual (is): \_\_\_\_\_

## 8) Estudo comparativo das diversas teorias (aulas aproximadas: \_\_\_\_)

- TLV.
- TCC.
- TOM aplicada a complexos.
- TCL (TCC + TOM).
- Conteúdo Extra. Qual (is): \_\_\_\_\_

9) Conteúdo que não está discriminado na ementa e que é ou foi abordado em suas aulas.  
Parte opcional. (aulas aproximadas: \_\_\_\_)



**APÊNDICE B – Roteiro para a realização da entrevista**

- 1 – O senhor(a) segue a ementa de maneira fiel ou ela serve apenas para uma orientação?  
Fiel – Qual a sequência de abordagem? (numeração da ementa, se necessário)  
Só orientação: Por quê? Como você faz?
- 2 – Na tabela de conteúdos você fez alguma sugestão de inclusão ou exclusão de conteúdos?  
Abordaria algum conteúdo apenas como uma introdução? Por quê?  
Sua inclusão fala sobre bioinorgânica ou Espectroscopia?
- 3 – Qual a parte do conteúdo que gasta mais tempo? Por quê?
- 4 – O número de créditos da disciplina é adequado à ementa atual? O senhor(a) tem sugestões?
- 5 – Os alunos de bacharelado e licenciatura cursam a disciplina juntos. Existe algum direcionamento de sua parte para atender aos dois cursos?
- 6 – Gostaria de fazer alguma observação sobre a disciplina?

**APÊNDICE C – Materiais exemplificativos/reflexivos sobre o conteúdo químico abordado entregue aos participantes do curso de extensão.**



Formação Continuada **A Química Inorgânica e o contexto**  
**Aprendendo com experimentos**



**MATERIAL AUXILIAR DO CURSO – 1º encontro**

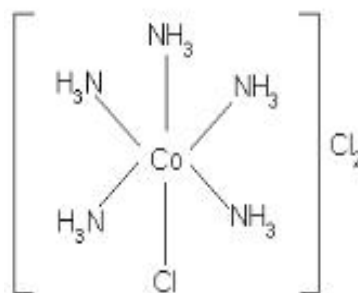
**1) Apresentação**

Este material foi elaborado como suporte para a prática realizada. Ele contém as discussões teóricas a respeito do procedimento que realizaremos. Além disso, pode ser utilizado como um espaço de debates e reflexões, com as quais contamos com a colaboração de todos.

Sua participação é muito importante para que nossos encontros sejam um sucesso, constituindo um momento de colaboração nas dimensões epistemológicas da educação.

**2) Análise do procedimento para a síntese do complexo  $[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]\text{Cl}_2$**

Figura 1 – O complexo  $[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]\text{Cl}_2$



Fonte: próprio autor

**2.1) Sobre a síntese**

Este experimento visa a síntese do complexo de cobalto, um dos quais Werner trabalhou em sua pesquisa para comprovar sua teoria. Compostos de coordenação podem ser sintetizados por vários métodos. A escolha do método depende de vários fatores como grau de pureza requerido, tempo de síntese e tipo de complexo a ser formado. Um dos métodos mais comuns de preparo de compostos de coordenação é o de simples adição dos reagentes seguida de reações de substituição de ligantes.

Os chamados compostos de coordenação ou complexos consistem, resumidamente, em um átomo central, rodeado de moléculas neutras ou íons (ligantes) em número igual ou superior ao estado de oxidação mais alto do metal, que têm a propriedade de doar elétrons a este átomo central. Os ligantes são representados dentro de colchetes, junto com o metal.

## 2.2) A dissolução de 0,50 g de $\text{NH}_4\text{Cl}$ em 3 mL de $\text{NH}_4\text{OH}$ concentrado e adição de 1,0 g de $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

### a) A escolha do sal de cobalto

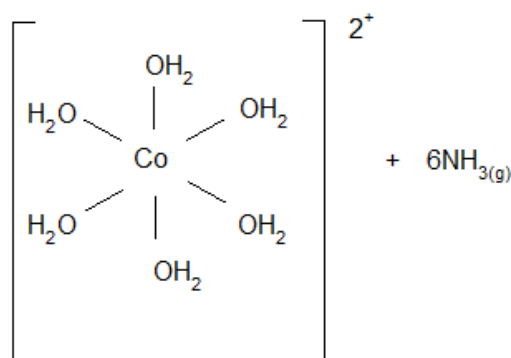
O cloreto de cobalto hexahidratado utilizado se encontra com o cobalto no seu estado de oxidação +2. A escolha foi feita pois, apesar deste elemento apresentar estados de oxidação que variam de 0 a IV, o elemento no estado +2, sendo mais estável, tende a ser mais importante para a grande variedade de compostos simples existentes, sendo a maioria solúvel em água. Em contraste os compostos simples contendo Co(III) dificilmente são encontrados, por serem considerados oxidantes e relativamente instáveis. Mas quando se encontram complexados se tornam muito estáveis.

Os complexos de  $\text{Co}^{2+}$  são bastante lábeis, isto é sofrem fácil reação de substituição dos seus ligantes, enquanto os de  $\text{Co}^{3+}$  são inertes. Por esta razão, normalmente os complexos de  $\text{Co}^{3+}$  são produzidos a partir de  $[\text{Co}(\text{OH}_2)_6]^{2+}$ .

### b) O uso do hidróxido de amônio concentrado e do cloreto de amônio

A síntese de complexos de cobalto pode ser realizada pela substituição de moléculas de água coordenadas ao metal por outros ligantes (moléculas neutras como  $\text{NH}_3$  ou ânions como  $\text{Cl}^-$  e  $\text{OH}^-$ ) presentes na solução. O cobalto (II) possui uma grande afinidade com o grupo ligante amônia, quando analisado na série espectroquímica, preferindo este ao invés da água.

Figura 2 – Reação de formação do  $[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]\text{Cl}_2$



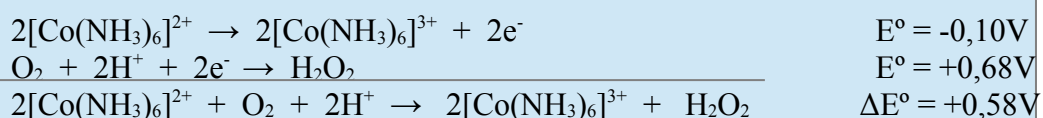
Fonte: próprio autor

A adição de  $\text{NH}_4\text{OH}$  concentrada fornece o  $\text{NH}_3$  para possibilitar esta substituição, além disso, o cloreto de amônio auxilia na saturação de íons  $\text{NH}_4^+$ , facilitando a troca do ligante.

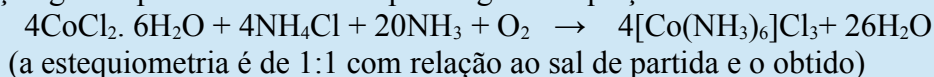
## 2.3) A adição lenta do peróxido de hidrogênio a 30%

A preparação de muitos complexos metálicos pode envolver uma reação de oxirredução. Assim por exemplo, o produto de partida empregado na preparação de centenas de complexos de cobalto (III) tem sido sempre a partir de algum sal de cobalto (II) (ver item 2.2, a), devido a sua estabilidade em  $\text{H}_2\text{O}$ .

Há uma reação inicial de substituição das moléculas de água, como descrito anteriormente e a seguir, o complexo é oxidado pela água oxigenada. A oxidação do cobalto pode ser verificada pela diferença de potencial:



A reação global pode ser verificada pela seguinte equação:



#### 2.4) A adição de HCl e o aumento e manutenção da temperatura por 20 minutos.

Podemos conceituar a cinética química como o estudo da velocidade das reações, e de como a velocidade varia em função das diferentes condições. Alguns fatores afetam a velocidade da reação, dentre eles, a concentração dos reagentes, o estado físico dos reagentes e a temperatura. O aumento da velocidade está relacionado com o aumento da energia cinética das moléculas, proporcionando uma maior colisão entre elas.

A reação descrita nos itens anteriores provoca a formação do complexo hexamincobalto (III). Para a formação do complexo pentaaminclorocobalto (III), há a adição do ácido clorídrico para que haja a substituição do ligante amônia pelo íon cloreto. Como esta reação não é favorecida sob o ponto termodinâmico, eleva-se a temperatura para aumentar a velocidade.

#### 2.5) O resfriamento da solução em banho de gelo

Solubilidade ou coeficiente de solubilidade é a capacidade que um determinado solvente apresenta de dissolver certa quantidade de soluto. Compostos iônicos no estado sólido consistem de um arranjo espacial de íons, formando o que se chama retículo cristalino ou cristal, um arranjo estável de cátions e ânions. Para promover a dissolução de um cristal iônico, o solvente age por meio de dois processos: primeiramente ele tem que sobrepujar a energia de estabilização do retículo cristalino. A água é um solvente com constante dielétrica,  $\epsilon$ , relativamente elevada e quando ela se introduz entre os íons atua como um isolante e enfraquece a energia de associação entre os íons. Uma vez separados, o solvente tem que impedir que os íons voltem a se associar, o que é feito através do processo de solvatação.

Resfriamos a solução, pois o efeito da temperatura sobre a solubilidade é variável; algumas substâncias têm com a elevação de temperatura um maior grau de dissolução, enquanto para outros ocorre o oposto. Lembrando do princípio de Le Chatelier, se um sal se dissolve absorvendo energia, e, conseqüentemente, se houver um resfriamento do meio, menos favorecida (em termos de energia) é a solubilidade. Assim o complexo se torna menos solúvel para possibilitar que o complexo seja isolado.

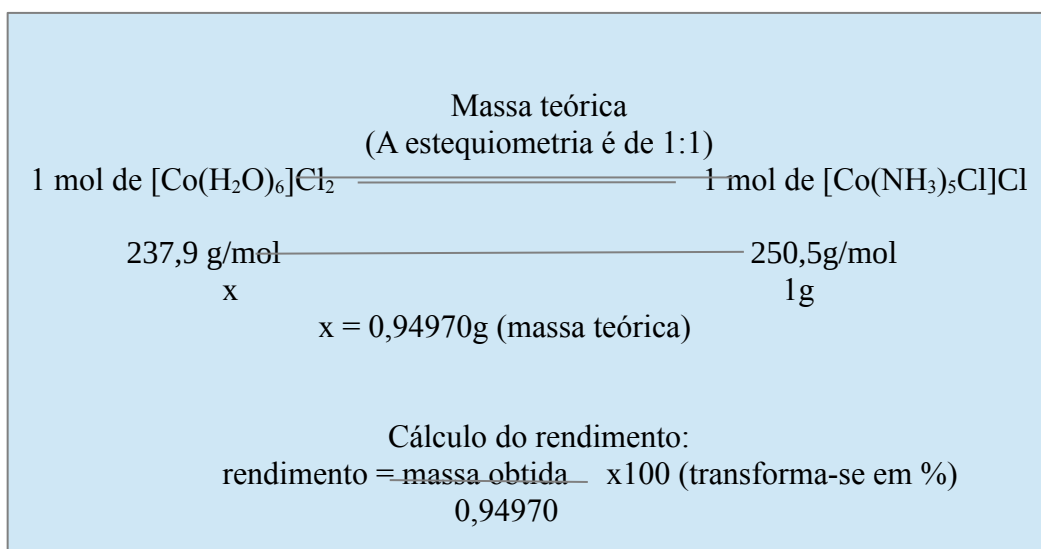
#### 2.6) A filtração e a utilização de MeOH e acetona.

O uso de técnicas de laboratório: destilação, centrifugação, filtração, etc é utilizado com frequência em sínteses, pois faz-se necessário isolar o composto do solvente utilizado. No caso do sal em estudo, utilizamos a filtração, mas é necessário que ele precipite. Um fator que interfere na solubilidade é a polaridade, ou seja, solventes polares solubilizam solutos polares. A água é um solvente polar, como sais de complexos apresentam caráter iônico, há a tendência de solubilização. A polaridade pode ser diminuída pela adição de solventes menos

com baixo caráter polar, como o álcool metílico e a acetona. Com isso podemos facilitar o processo de precipitação do sal complexo e isolá-lo.

### 2.7) O cálculo do rendimento

Em uma reação de síntese, é necessário que se calcule o rendimento da reação, ou seja, a quantidade de produto que realmente será obtida na reação química relacionada com a quantidade que deveria ser obtida na teoria. Para isso, primeiro calcularmos a massa teórica do sal a partir do cloreto de cobalto hexahidratado.



### 3) Utilizando o Condutivímetro

Em química de coordenação, a medida de condutividade de um determinado complexo em solução, quando comparada a padrões preestabelecidos pode revelar informações importantes sobre sua constituição química, bem como o estado de oxidação de seu centro metálico. Este procedimento teve importância histórica na elucidação da estrutura de íons complexos na época de Alfred Werner (1866-1919). A condutividade elétrica de uma solução depende da concentração do soluto e do número de cargas presentes. Usando condutividades molares e mantendo a concentração constante, o número de cargas existentes de um complexo pode ser deduzido por comparação com dados tabelados. É possível realizar medidas com compostos de estequiometria conhecida como o cloreto de potássio e o cloreto de magnésio.

Nesta prática será avaliada a capacidade de compostos de coordenação conduzir ou não corrente elétrica quando em solução aquosa.

#### 3.1) Preparando as soluções utilizadas

Todas as soluções utilizadas na leitura do condutivímetro foram feitas utilizando a mesma concentração: 0,001 mol/L. Elas foram preparadas a partir dos sais isolados de cloreto de pentaaminoclorocobalto (III) e cloreto de hexaaminocobalto (III). O solvente utilizado foi a água.

Calculo da massa necessária dos sais:

$$C = \frac{m}{MM \times V}$$

$$MM[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2 = 250,5$$

$$MM[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3 = 267,5$$

Utilizou-se um balão volumétrico de 50 mL

Resultados:  $m[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2 = 0,02505\text{g}$   
 $m[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3 = 0,02675\text{g}$

### 3.2) Medindo a condutividade dos complexos

Tabela 1 – Medidas de condutividade dos complexos

Complexo	Condutividade ( $\mu\text{S}$ ) C: 0,001mol/L
$[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]\text{Cl}_2$	
$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$	

Fonte: Próprio autor

Diante de valores obtidos experimentalmente podemos realizar a verificação de duas maneiras: utilizando padrões ou comparando com dados já tabelados.

Uma vez que previamente padrões serão utilizados, tais como KCl e  $\text{MgCl}_2$  é possível comparar a magnitude da condutividade lida no aparelho com a razão dos eletrólitos. No caso do KCl temos em solução cargas 1+ e 1- (razão 1:1), já para o  $\text{MgCl}_2$  temos em solução cargas 2+ e 1- (razão 2:1). Uma vez conhecidos os valores de condutividade para as soluções padrão, por comparação, é possível verificar a razão de eletrólitos nas soluções dos íons complexos estudados e inferir sobre sua constituição química e conectividade.

Tabela 2 – Medidas de condutividade de padrões para posterior comparação.

Padrões	Condutividade ( $\mu\text{S}$ ) C: 0,001mol/L
KCl	
$\text{MgCl}_2$	

Fonte: Próprio autor

**Medidas de condutividade**

Fórmula Empírica	Condutividade (C = 0,001 mol/L)	Formulação de Werner
<b>Não Eletrólitos</b>		
PtCl <sub>4</sub> .2NH <sub>3</sub>	3,52	[Pt(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> ] (trans)
PtCl <sub>4</sub> .2NH <sub>3</sub>	6,99	[Pt(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> ] (cis)
<b>Eletrólitos 1:1</b>		
NaCl	123,7	-----
PtCl <sub>4</sub> .3NH <sub>3</sub>	96,8	[Pt(NH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub> ]Cl
PtCl <sub>4</sub> .NH <sub>3</sub> .KCl	106,8	K[Pt(NH <sub>3</sub> )Cl <sub>3</sub> ]
<b>Eletrólitos 1:2 ou 2:1</b>		
CaCl <sub>2</sub>	260,8	-----
CoCl <sub>2</sub> .5NH <sub>3</sub>	261,3	[Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>5</sub> Cl]Cl <sub>2</sub>
CoBr <sub>2</sub> .5NH <sub>3</sub>	257,6	[Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>5</sub> Br]Br <sub>2</sub>
CrCl <sub>3</sub> .5NH <sub>3</sub>	260,2	[Cr(NH <sub>3</sub> ) <sub>5</sub> Cl]Cl <sub>2</sub>
PtCl <sub>4</sub> .4NH <sub>3</sub>	228,9	[Pt(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> ]Cl <sub>2</sub>
PtCl <sub>4</sub> .2KCl	256,8	K <sub>2</sub> [PtCl <sub>6</sub> ]
<b>Eletrólitos 1:3 ou 3:1</b>		
LaCl <sub>3</sub>	393,5	-----
CoCl <sub>2</sub> .6NH <sub>3</sub>	431,6	[Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ]Cl <sub>3</sub>
CrCl <sub>3</sub> .6NH <sub>3</sub>	441,7	[Cr(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ]Cl <sub>3</sub>
PtCl <sub>4</sub> .5NH <sub>3</sub>	404,0	[Pt(NH <sub>3</sub> ) <sub>5</sub> Cl]Cl <sub>3</sub>

Fonte: SANTOS (2014)



Departamento de Química  
UFJF

## Curso de Formação Continuada A Química Inorgânica: Aprendendo com experimentos



### MATERIAL AUXILIAR DO CURSO – 2º encontro

#### 1) Apresentação

Este material foi elaborado como suporte para a prática realizada. Ele contém as discussões teóricas a respeito do procedimento que realizaremos. Além disso, pode ser utilizado como um espaço de debates e reflexões, com as quais contamos com a colaboração de todos.

Sua participação é muito importante para que nossos encontros sejam um sucesso, constituindo um momento de colaboração nas dimensões epistemológicas da educação.

#### 2) A cianotípia

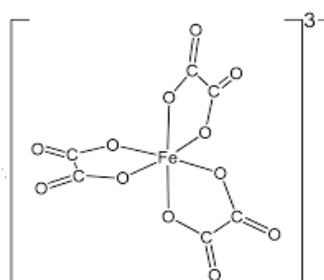
A cianotípia é uma técnica alternativa de impressão de imagens que no século XIX foi utilizada para reproduzir desenhos. Nela o composto inorgânico de ferro chamado “azul-da-prússia” ( $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ ), devido a sua coloração azul intensa, dá origem as imagens formadas no papel. O Azul da Prússia foi descoberto acidentalmente em 1704 pelo químico e pintor Heinrich Diesbach.

O processo de cianotípia tem mais de 160 anos de idade. Inventado por Sir John Herschel (1792-1871) em 1842, o cianótipo foi o primeiro processo de impressão fotográfica de sucesso que não utilizava a prata. Sendo simples, barato e bastante permanente, também desfrutou de um longo período de sucesso comercial, até que se tornou obsoleto pela invenção de fotocópias secas e em papel comum.

A impressão da imagem é feita por contato, colocando-se os reagentes (dois sais de ferro(III) que darão origem ao azul da Prússia) sobre o papel e expondo o conjunto à radiação ultravioleta (luz solar ou a uma lâmpada ultravioleta). Usa-se um negativo transparente a imagem que se deseja obter, em que os elementos escuros aparecem claros e os claros aparecem escuros.

#### 3) O processo de síntese do $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{ox})_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ e do $(\text{NH}_4)_3[\text{Fe}(\text{ox})_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Figura 4 – O íon oxalato



Fonte: próprio autor



Para a síntese partimos de um sal de oxalato de potássio, que é estável e solúvel em água e a de um sal de oxalato de amônio que é pouco solúvel em água, portanto necessita de aquecimento. Além disso o aquecimento propicia o aumento da velocidade da reação.

Para garantir a formação do complexo foi utilizado na síntese um excesso do sal de oxalato. A razão de se trabalhar com excesso de uma dos reagentes, é tentar evitar a formação de mistura de complexos. O íon oxalato se liga ao Fe(III) através dos dois átomos de oxigênio formando um anel de cinco membros, portanto ele é tratado como um ligante quelato, ou seja, um ligante que forma um anel com o metal. Como serão 3 íons oxalato ligados ao Fe(III), teremos um complexo com a formação de 3 anéis. Esta situação gera um composto muito estável devido aos efeitos termodinâmicos envolvidos no sistema: entropia.

Apesar de formar um composto muito estável, durante a síntese ocorre um problema: impedimento estérico. Trata-se do fato de que os ligantes não se ligam todos de uma só vez. Ligam um íon oxalato, e forma um complexo. A seguir liga o segundo íon oxalato. Porém como já tem anéis formados fica mais difícil ocorrer os choques cinéticos mais efetivos, o que diminui a reatividade do complexo. Se não trabalharmos com excesso de reagentes, poderemos no final da síntese ter uma mistura de complexos.

#### **4) Resfriando a solução e utilização do etanol (este se necessário)**

As sínteses de complexos normalmente utilizam o resfriamento da solução para isolar o composto. Pois o efeito da temperatura sobre a solubilidade é variável; algumas substâncias têm com a elevação de temperatura um maior grau de dissolução, enquanto para outros ocorre o oposto. Lembrando do princípio de Le Chatelier, se um sal se dissolve absorvendo energia, e, conseqüentemente, se houver um resfriamento do meio, menos favorecida (em termos de energia) é a solubilidade.

O etanol também é utilizado nas sínteses porque água é um solvente polar, como sais de complexos apresentam caráter iônico, há a tendência de solubilização. A polaridade pode ser diminuída pela adição de solventes menos polares, como o álcool etílico. Com isso podemos facilitar o processo de precipitação do sal complexo e isolá-lo.

#### **5) Porque filtrar os cristais brancos do ligante?**

Pode ocorrer que haja precipitação de um composto branco que não é o complexo e sim o oxalato que está em excesso em solução e assim garantir que se houver precipitado, este será o complexo.

#### **6) O motivo de sintetizar dois compostos como o mesmo ligante e contra íons diferentes**

Quando se tem por objetivo sintetizar um complexo, deve-se tomar alguns cuidados na escolha dos reagentes. Um deles é a escolha certa dos contra íons. Nesta prática obtém-se dois complexos iguais com contra íons diferentes: um que precipita facilmente e é fácil de isolar, e o outro que não se isola devido a sua alta solubilidade.

Na hora da escolha, geralmente opta-se pelo que dá menos trabalho! Mas neste caso, o contra-íon apresenta também outra função: ele faz com que o composto formado seja mais sensível a luz, e no caso de ser usado para cianotipia, faz com que o processo de exposição a luz seja mais rápido. A formação do azul da Prússia através da adição do ferrocianeto ocorre nos dois complexos, tanto o de amônio quanto o de potássio. Há uma diferença quanto à velocidade com que essa reação ocorre, pois enquanto com o íon amônio ocorre mais rapidamente, com o potássio é mais lenta, devido à diferença de solubilidade dos compostos.

### 7) O cálculo do rendimento do $K_3[Fe(ox)_3].3H_2O$

Em uma reação de síntese, é necessário que se calcule o rendimento da reação, ou seja, a quantidade de produto que realmente será obtida na reação química relacionada com a quantidade que deveria ser obtida na teoria. Para isso, primeiro calcularmos a massa teórica do sal a partir do cloreto de cobalto hexahidratado.

Não faremos o cálculo de rendimento do  $(NH_4)_3[Fe(ox)_3].3H_2O$  pois ele permanece em solução.

Massa teórica	
(A estequiometria é de 1:1)	
1 mol de $FeCl_3.6H_2O$	1 mol de $K_3[Fe(ox)_3].3H_2O$
$270,5 \text{ g/mol}$	$494 \text{ g/mol}$
$3 \text{ g}$	$x$
$x = 5,4787 \text{ g (massa teórica)}$	
Cálculo do rendimento:	
rendimento = $\frac{\text{massa obtida}}{\text{massa teórica}} \times 100$ (transforma-se em %)	
$5,4787$	

### 8) A solução sensibilizadora de papel para fotografia

#### 8.1) Preparando a solução de ferrocianeto de potássio 0,3mol/L

Para preparar uma solução com esta concentração, é necessário calcular a massa necessária. Para isto utilizamos a seguinte relação:

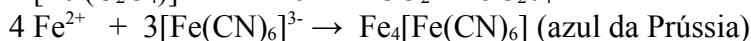
$C = \frac{m}{MM \times V}$
$0,3 = \frac{m}{368 \times 0,005}$
$m = 0,552 \text{ g}$

#### 8.2) A adição do ferricianeto de potássio:

A reação do oxalato com o ferricianeto é na proporção estequiométrica 1:1, por isso as quantidades foram iguais.

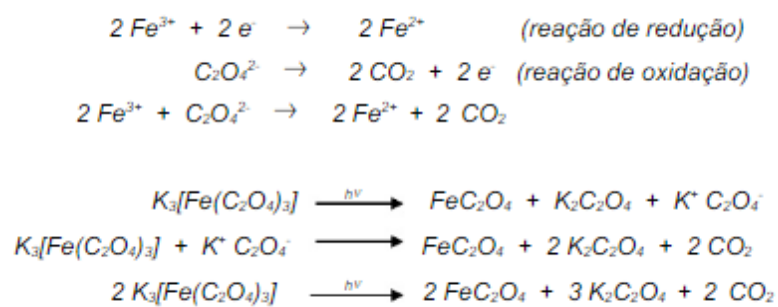
A formação de azul da Prússia a partir de uma mistura de complexos de ferro e amônia e ferricianeto é devida à foto reação do primeiro. Este degrada por ação da luz, com liberação de  $CO_2$  e formação de  $Fe(II)$ . Este último íon envolve-se numa reação redox com o ferricianeto existente na mistura, formando-se assim o ferrocianeto férrico que precipita. Por isto, antes de aplicação da solução no papel, este procedimento deve estar ao abrigo da luz.

Reações envolvidas:



Quando a mistura dos complexos forem expostas a luz solar, passam a apresentar uma coloração mais escura, de verde para marrom “amarelado”. Isto se deve ao fato da redução sofrida pelos íons  $Fe^{3+}$  para o íon  $Fe^{2+}$ . Esta redução será a base da cianotipia, por isso, não podemos deixar que ocorra antes da realização do procedimento de contato com o papel.

Figura 5 – Reação fotossensível



Fonte: Próprio autor

**APÊNDICE D – Questionário perfil dos participantes do curso de extensão**

<p>1) Qual a sua formação?</p> <p><input type="checkbox"/> Licenciatura em Química.</p> <p><input type="checkbox"/> Bacharelado em Química</p> <p><input type="checkbox"/> Outra: _____</p> <p>2) Há Quanto tempo se formou? _____</p> <p>3) Qual instituição concluiu o curso? _____</p> <p>4) Tem pós-graduação? Em qual área? _____</p> <p>5) Você leciona em Escola Pública ou Privada? _____</p> <p>6) Na sua graduação, como você teve contato com o laboratório? (Pode marcar mais de uma opção)</p> <p><input type="checkbox"/> Aulas de laboratório (disciplinas).</p> <p><input type="checkbox"/> Projetos</p> <p><input type="checkbox"/> Iniciação científica</p> <p><input type="checkbox"/> Outros: _____</p> <p>Espaço para observações:</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**APÊNDICE E – Questionário aplicado no início do curso de extensão aos participantes**

1) O que motivou a fazer nosso curso de extensão e qual sua expectativa?

---

---

2) Com os conhecimentos trabalhados no laboratório da Graduação você consegue fazer uma relação com o conteúdo ensinado no Ensino Médio?

Sim. De que maneira? \_\_\_\_\_

Não. Por quê? \_\_\_\_\_

3) Na sua formação inicial você teve contato com a Química de Coordenação teórica (ou Química Inorgânica II)?

Sim. A disciplina e seus conteúdos auxiliaram na sua formação? De que maneira?

Não. Teve algum contato com a Química de Coordenação através de outros meios?  
Em caso afirmativo, quais?

Artigos

Livros

Outros: \_\_\_\_\_

4) Na sua formação inicial você teve contato com o Laboratório de Química de Coordenação?

Sim.

Os experimentos realizados e os conteúdos abordados ajudaram na sua formação?  
De que maneira? \_\_\_\_\_

Os experimentos realizados e os conteúdos abordados ajudaram na atuação como professor? \_\_\_\_\_

Não.

Espaço para sugestões e observações

---

---

**APÊNDICE F – Questionário aplicado após o curso de extensão aos participantes**

1) O conteúdo teórico e prático trabalhados neste curso podem auxiliá-lo no desenvolvimento de suas aulas no ensino médio?

Sim. De que forma? \_\_\_\_\_

Não. Por quê? \_\_\_\_\_

Você teria alguma sugestão? \_\_\_\_\_

2) Durante os encontros você identificou algum conteúdo que possa ser trabalhado no Ensino Médio?

Estequiometria

Reações químicas

Solubilidade e Kps

Elementos de transição: tabela periódica

Cinética Química

Concentrações

Eletroquímica: estados de oxidação

Outros: \_\_\_\_\_

3) Os conteúdos de química de coordenação desenvolvidos neste curso puderam contribuir para seus conhecimentos em química?

Sim. De que maneira? \_\_\_\_\_

Não. Por quê? \_\_\_\_\_

4) As discussões e temas trabalhados neste curso poderão auxiliá-lo como professor de química?

Sim. De que maneira? \_\_\_\_\_

Não. Por quê? \_\_\_\_\_

Espaço para sugestões e observações

---

---

---

**APÊNDICE G – Questionário aplicado aos licenciandos em química da UFJF**

1) Com os conhecimentos trabalhados no laboratório da Graduação você, como futuro professor, consegue fazer uma relação com o conteúdo normalmente trabalhado no Ensino Médio?

- Sim. De que maneira? \_\_\_\_\_  
 Não. Por quê? \_\_\_\_\_

2) Após o contato com a Química de Coordenação teórica, esta pode servir de auxílio para a sua formação como Químico?

- Sim. De que maneira? \_\_\_\_\_ Não. Por  
quê? \_\_\_\_\_

3) Os conhecimentos de química de coordenação poderão auxiliá-lo quando estiver atuando no ensino básico?

- Sim. De que maneira? \_\_\_\_\_ Não. Por  
quê? \_\_\_\_\_

**APÊNDICE H – Lista das universidades públicas cujas grades curriculares foram analisadas**

UERJ – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

UFABC – Universidade Federal do ABC

UFES – Universidade Federal do Espírito Santo

UFF – Universidade Federal Fluminense

UFJF – Universidade Federal de Juiz de Fora

UFLA – Universidade Federal de Lavras

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFRRJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

UFSCar – Universidade Feral de São Carlos

UFSJ – Universidade Federal de São João del-Rei

UFTM – Universidade Federal do Triângulo Mineiro

UFU – Universidade Federal de Uberlândia

UFV – Universidade Federal de viçosa

UFVJM – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

UNESP – Universidade Estadual Paulista

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

UNIFAL – Universidade Federal de Alfenas

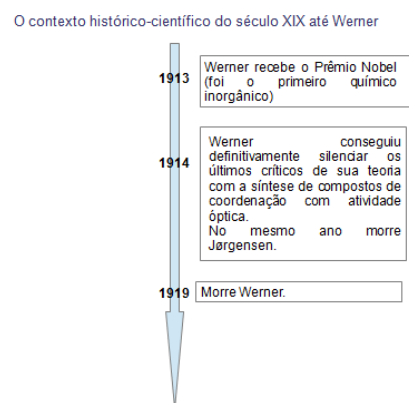
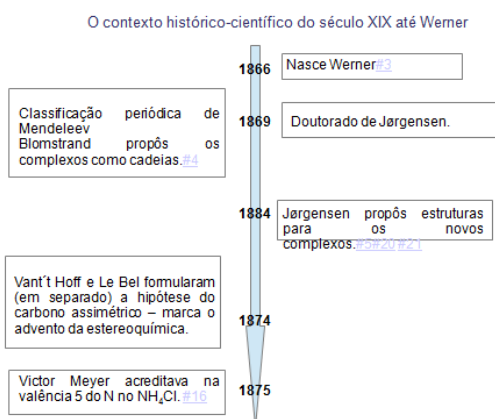
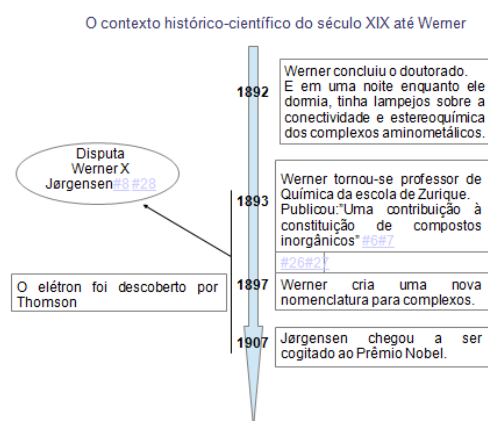
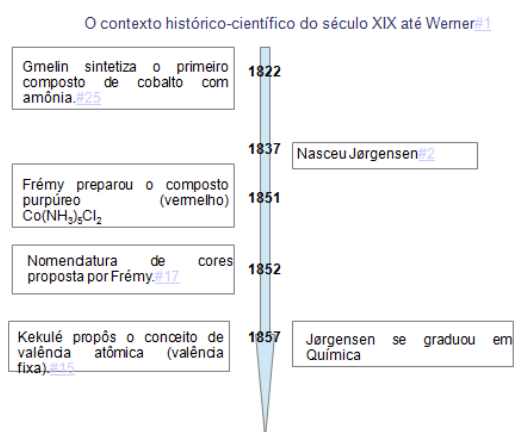
UNIFEI – Universidade Federal de Itajubá

UNIFESP – Universidade Federal de São Paulo

USP – Universidade de São Paulo



## APÊNDICE I – Contexto histórico-científico discutido no curso de extensão.



**APÊNDICE J – Roteiro para a realização das práticas****Síntese do  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$** 

Procedimento: Deve ser realizado na capela

- 1 - Em um erlenmeyer, dissolver 0,50 g de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  em 3 mL de  $\text{NH}_4\text{OH}$  concentrado.
- 2 - Com agitação mecânica adicionar em pequenas porções 1,0 g de  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .
- 3 - Manter a agitação e adicionar lentamente, gota a gota, 1,0 mL de  $\text{H}_2\text{O}_2$  a 30%.
- 4 - Quando toda a efervescência tiver cessado, adicionar lentamente 3,0 mL de  $\text{HCl}$ . Aumentar a temperatura para  $\sim 85^\circ\text{C}$ .
- 5 - Continuar a agitação mantendo a temperatura em  $\sim 85^\circ\text{C}$  durante 20 minutos.
- 6 - Resfriar a solução até a temperatura ambiente e depois em banho de gelo.
- 7 - Em seguida, filtrar e lavar os cristais com  $\text{MeOH}$  e acetona.
- 8 - Pesar, calcular o rendimento da reação e guardar o composto obtido em frascos especialmente preparados para isto.

**Síntese do  $(\text{NH}_4)_3[\text{Fe}(\text{ox})_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$** 

- 1 - Em um béquer de 50 mL, aqueça 10 mL de água a  $55^\circ\text{C}$ .
- 2 - Dissolva 4,1g de oxalato de amônio monohidratado sob agitação.
- 3 - Em outro Becker dissolva 3,0 g de  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  em 5mL de água.
- 4 - Adicione a solução de ferro (III) à solução aquecida de oxalato de amônio e deixe em agitação por 15 min.
- 5 - Resfrie a solução e coloque em banho de gelo e aguarde por 5 min.
- 6 - Filtre os cristais brancos do ligante.
- 7 - Mantenha a solução verde em banho de gelo por mais uns 5 min.
- 8 - Filtre novamente se houve formação de cristais.
- 9 - O complexo formado neste caso permanece em solução. Que deve ser armazenada em franco ao abrigo da luz.

**Síntese do  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{ox})_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$** 

- 1 - Em um béquer de 50 mL, aqueça 15 mL de água a  $55^\circ\text{C}$ .
- 2 - Dissolva 6,1 g de oxalato de potássio monohidratado sob agitação.
- 3 - Em outro Becker dissolva 3,0 g de  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  em 5mL de água.
- 4 - Adicione a solução de ferro (III) à solução aquecida de oxalato de potássio e deixe em agitação por 15 min.
- 5 - Resfrie a solução e coloque em banho de gelo. Se for necessário adicione 5mL de etanol a reação.
- 6 - Filtre os cristais verdes lavando com etanol e colocando-o num frasco limpo e seco (que deve ser pesado previamente).
- 7 - Proceda a secagem com o auxílio de um dessecador.
- 8 - *OBS:* Guardar o composto obtido em frascos especialmente preparados para isto: ao abrigo da luz (colocar papel alumínio).

## ANEXO 1 – Ementa da disciplina teórica de Química de Coordenação da UFJF

**Disciplina:** QUI091 - QUÍMICA DE COORDENAÇÃO

**Créditos:** 4

**Departamento:** DEPTO DE QUÍMICA /ICE

<b>Ementa</b>	Estudo dos compostos de coordenação: nomenclatura, isomeria, estrutura eletrônica dos átomos, teorias: TLV, TCC e TOM
<b>Conteúdo</b>	1) Introdução e desenvolvimento histórico. Teoria de Werner. 2) Nomenclatura de compostos coordenação. 3) Estrutura eletrônica dos átomos. Forma dos orbitais e termos de Russel-Saunders. 4) Teoria das ligações de valência: hibridação e geometria, complexos de orbital interno e externo, propriedades magnéticas, princípio da eletroneutralidade e retrodoação. 5) Teoria do campo cristalino: simetria octaédrica, medida de $10Dq$ , energia de estabilização do campo cristalino (EECC), diferenças entre campo forte e campo fraco, simetria tetraédrica, fatores que afetam o valor de $10Dq$ ou outras simetrias. 6) Teoria dos orbitais moleculares: ligações sigma e pi; orbitais moleculares simples de compostos octaédricos, tetraédricos e quadráticos planos. 7) Estudo comparativo das diversas teorias.
<b>Bibliografia</b>	JONES, C.J. A Química dos Elementos dos Blocos d e f. 1ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2002. 184 págs. (ISBN: 8573079770) LEE, J.D. Química Inorgânica - Não Tão Concisa. 5ª Edição. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2000. 527 págs. (ISBN: 8521201761) SHRIVER, D. F.; ATKINS, P. W.; OVERTON, T. L.; ROURKE, J. P.; WELLER, M. T.; ARMSTRONG, F. A. Química Inorgânica. 4ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2008. 847 págs. (ISBN: 8577801993)
<b>Bibliografia (continuação)</b>	
<b>Bibliografia complementar</b>	BARROS, H.L. C. Química Inorgânica - Uma Introdução. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 1992. (ISBN: 8570410514) BASOLO, F.; JOHNSON, R. Química De Los Compuestos De Coordinación. Barcelona: Editorial Reverté S.A, 1980. 178 págs. (INSB: 8429170405)

Documento utilizado como base para a elaboração do questionário, retirado do sítio do  
Departamento de Química  
<http://www.ufjf.br/quimica/disciplinasdep/plano-de-ensino/?CodDisciplina=QUI091>  
Último acesso: 04/01/2018

## **ANEXO 2 – Termo de consentimento dos professores da UFJF**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

O Sr. (a) está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa “Química de Coordenação na Formação inicial do Professor de Química: ampliando possibilidades”. Nesta pesquisa pretendemos compreender os critérios para a presença/ausência do conteúdo de química de coordenação laboratorial na grade do curso de licenciatura em química e com base neste resultado propor práticas experimentais para a disciplina de Laboratório de Química de Coordenação que façam uma inter-relação com a ementa da disciplina teórica. Por este motivo, é de suma importância compreender os critérios de escolha das disciplinas a serem oferecidas.

Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: O Sr. (a) responderá a uma entrevista. Os riscos envolvidos na pesquisa são mínimos, já que o entrevistado não será identificado em momento algum.

Para participar deste estudo o Sr (a) não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, o Sr.(a) tem assegurado o direito a indenização. O Sr. (a) terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o Sr. (a) é atendido (a). O pesquisador tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão.

O (A) Sr (a) não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, na sala do GEEDUQ (Grupo de Estudos em Educação Química), localizada no Instituto de Ciências Exatas da UFJF e a outra será fornecida ao Sr. (a). Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Eu, \_\_\_\_\_, portador do documento de Identidade \_\_\_\_\_ fui informado (a) dos objetivos da pesquisa “Química de Coordenação na Formação inicial do Professor de Química: ampliando possibilidades”, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2017 .

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do pesquisador Responsável: Erika Fernanda Leite de Melo Lima

Endereço: Rua Paula Lima, 96, apto 201, Bairro Centro

CEP: 36015-160 / Juiz de Fora – MG

Fone: (32) 98826-8033

E-mail: erikaferlei@hotmail.com

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF

Campus Universitário da UFJF

Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa

CEP: 36036-900

Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br

### ANEXO 3 – Termo de consentimento dos participantes do curso de extensão

#### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

O Sr. (a) está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa: “Química de coordenação e a Formação Docente, uma reflexão”. Nesta pesquisa pretendemos Investigar a contribuição do conteúdo de Química de Coordenação para formação inicial do licenciando em química e buscar conhecer a capacidade do licenciando e do licenciado de realizar a articulação do conteúdo de química de coordenação cursado na formação inicial com sua prática profissional.

Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: O Sr. (a) responderá a dois questionários, aplicados em dois momentos distintos. Os riscos envolvidos na pesquisa são mínimos, já que o entrevistado não será identificado em momento algum. A pesquisa contribuirá para a análise da importância de reflexões acerca da Química de Coordenação (em conteúdos teóricos e práticos) e como esta pode auxiliar na formação inicial do professor de química.

Para participar deste estudo o Sr (a) não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, o Sr.(a) tem assegurado o direito a indenização. O Sr. (a) terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o Sr. (a) é atendido (a). O pesquisador tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão.

O (A) Sr (a) não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, na sala do GEEDUQ (Grupo de Estudos em Educação Química), localizada no Instituto de Ciências Exatas da UFJF e a outra será fornecida ao Sr. (a). Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos. Eu, \_\_\_\_\_, portador do documento de Identidade \_\_\_\_\_ fui informado (a) dos objetivos da pesquisa “Química de Coordenação na Formação inicial do Professor de Química: ampliando possibilidades”, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2017 .

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do pesquisador Responsável: Erika Fernanda Leite de Melo Lima

Endereço: Rua Paula Lima, 96, apto 201, Bairro Centro

CEP: 36015-160 / Juiz de Fora – MG

Fone: (32) 98826-8033

E-mail: erikaferlei@hotmail.com

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF

Campus Universitário da UFJF

Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa

CEP: 36036-900

Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: [cep.propesq@ufjf.edu.br](mailto:cep.propesq@ufjf.edu.br)

## ANEXO 4 – Termo de consentimento dos licenciandos

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

O Sr. (a) está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa: “Química de coordenação e a Formação Docente, uma reflexão”. Nesta pesquisa pretendemos Investigar a contribuição do conteúdo de Química de Coordenação para formação inicial do licenciando em química e buscar conhecer a capacidade do licenciando e do licenciado de realizar a articulação do conteúdo de química de coordenação cursado na formação inicial com sua prática profissional.

Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: O Sr. (a) responderá a dois questionários, aplicados em dois momentos distintos. Os riscos envolvidos na pesquisa são mínimos, já que o entrevistado não será identificado em momento algum. A pesquisa contribuirá para a análise da importância de reflexões acerca da Química de Coordenação em conteúdos teóricos e como esta pode auxiliar na formação inicial do professor de química.

Para participar deste estudo o Sr (a) não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, o Sr.(a) tem assegurado o direito a indenização. O Sr. (a) terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o Sr. (a) é atendido (a). O pesquisador tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão.

O (A) Sr (a) não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, na sala do GEEDUQ (Grupo de Estudos em Educação Química), localizada no Instituto de Ciências Exatas da UFJF e a outra será fornecida ao Sr. (a). Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos. Eu, \_\_\_\_\_, portador do documento de Identidade \_\_\_\_\_ fui informado (a) dos objetivos da pesquisa “Química de Coordenação na Formação inicial do Professor de Química: ampliando possibilidades”, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do pesquisador Responsável: Erika Fernanda Leite de Melo Lima  
Endereço: Rua Paula Lima, 96, apto 201, Bairro Centro  
CEP: 36015-160 / Juiz de Fora – MG  
Fone: (32) 98826-8033  
E-mail: erikaferlei@hotmail.com

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:  
CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF  
Campus Universitário da UFJF  
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa  
CEP: 36036-900  
Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propesq@ufff.edu.br