

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA
E A MATEMÁTICA

PAULA CAVALCANTE MONTEIRO

**A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA: UM ESTUDO COM
LICENCIANDOS EM QUÍMICA**

Maringá/PR
2018

PAULA CAVALCANTE MONTEIRO

**A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA: UM ESTUDO COM
LICENCIANDOS EM QUÍMICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Educação para a Ciência e a Matemática.

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Aparecida Rodrigues.

Co-orientador: Prof. Dr. Ourides Santin Filho.

Maringá/PR
2018

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

Monteiro, Paula Cavalcante

M775e A experimentação investigativa: um estudo com
licenciandos em Química / Paula Cavalcante Monteiro.
-- Maringá, 2018.
165 f. : il. , figs.

Orientadora: Prof.a Dr.a. Maria Aparecida
Rodrigues.

Coorientador: Prof. Dr. Ourides Santin Filho.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual de
Maringá, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-
Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática,
2018.

1. Ensino por investigação. 2. Formação docente.
3. Ensino de Química. I. Rodrigues, Maria Aparecida,
orient. II. Santin Filho, Ourides, coorient. III.
Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências
Exatas. Programa de Pós-Graduação em Educação para a
Ciência e a Matemática. IV. Título.

CDD 22. ED.570.7

Jane Lessa Monção CRB 1173

PAULA CAVALCANTE MONTEIRO

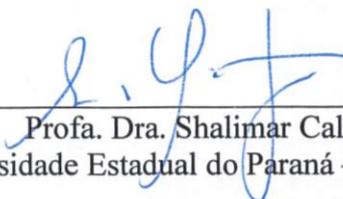
**A experimentação investigativa:
*um estudo com licenciandos em Química***

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em *Ensino de Ciências e Matemática*.

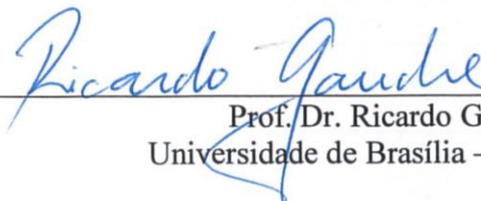
BANCA EXAMINADORA



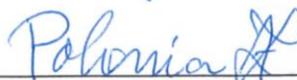
Profa. Dra. Maria Aparecida Rodrigues
Universidade Estadual de Maringá – UEM



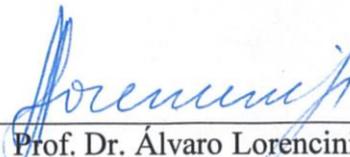
Profa. Dra. Shalimar Calegari Zanatta
Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR



Prof. Dr. Ricardo Gauche
Universidade de Brasília – UnB



Profa. Dra. Polonia Altoé Fusinato
Universidade Estadual de Maringá – UEM



Prof. Dr. Álvaro Lorencini Júnior
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Maringá, 05 de Outubro de 2018.

Dedico este trabalho aos meus
filhos Maria Paula e Inácio.

AGRADECIMENTOS

A minha mãe, pelo auxílio de uma vida toda, nos momentos bons e ruins desta caminhada.

Ao meu marido Rovani, por ouvir-me nos momentos de sandice, pela moderação ao me aconselhar e por me substituir no posto de mãe dos nossos filhos em vários momentos.

A minha orientadora Maria Aparecida Rodrigues, pelo compromisso e dedicação na estruturação deste trabalho. Sua ajuda foi muito importante, receba o meu muito obrigada.

Ao meu coorientador Ourides Santin Filho, por suas valiosas discussões que contribuíram para o levantamento de dados analisados nesta pesquisa.

Aos membros da banca Álvaro Lorencini Júnior, Michel Corci Batista, Polônia Altoé Fusinato, Ricardo Gauche e Shalimar Calegari Zanatta, que apresentaram suas contribuições pertinentes ao estudo realizado.

À amiga de longa data Daniela Mariano dos Santos, pelas mãos auxiliadoras, quando as minhas falharam. Minha gratidão será eterna.

Aos professores do departamento de Química desta universidade: Ana Adelita W. Hechenleitner, Andrelson W. Rinaldi, Ernani Abicht Basso, Jesuí Vergílio Wisenteiner, Silvana Maria de Oliveira e Wilker Caetano, por permitirem o uso de seus laboratórios no transcorrer da realização desta pesquisa.

Aos acadêmicos participantes desta pesquisa, pelos encontros prazerosos que tivemos. Tenham certeza que aprendi mais com vocês do que os ensinei.

Aos meus amigos pelo incentivo.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pela concessão do afastamento para concluir este trabalho.

“Pedras no caminho?
Guardo todas, um dia vou
construir um castelo...”.

(Fernando Pessoa)

A Experimentação Investigativa: um estudo com Licenciandos em Química

RESUMO

A experimentação no ensino de química é uma temática atual e tem recebido atenção de inúmeros pesquisadores, mais especificamente na graduação. A relevância de tais pesquisas é imprescindível, pois os resultados alcançados repercutem na reestruturação e melhoria da formação inicial destinada aos graduandos, bem como na formação continuada de professores de química. O caráter qualitativo presente nessa pesquisa evidencia um contexto que possibilita-nos investigar as representações de licenciandos em química sobre as características de laboratórios de pesquisa e de aspectos importantes da experimentação no ensino de química. Ainda possibilitará analisar as modificações ocorridas em tais representações ao serem problematizadas, no contexto de um curso de extensão em que se discutiu o papel da experimentação no ensino. Curso este desenvolvido com seis licenciandos do segundo ano do curso de química-licenciatura. A constituição dos dados apresentados na pesquisa é resultante de várias atividades elaboradas, propostas e desenvolvidas pelas pesquisadoras e participantes, como: visitas a laboratórios de pesquisa da universidade, produção de relatos, respostas a questionários, leitura e discussão de textos, comparação de roteiros experimentais tradicionais e de caráter investigativo. Os licenciandos elaboraram ainda propostas de atividades investigativas direcionadas ao ensino médio. A gravação de áudio foi o meio utilizado para registro de dados e a Análise Textual Discursiva (ATD) possibilitou sua interpretação. Com base nos resultados obtidos, podemos inferir que o curso de extensão contribuiu para a reflexão dos licenciandos sobre a experimentação investigativa e a efetividade dessa abordagem no processo ensino aprendizagem.

Palavras-chaves: Ensino por investigação. Formação docente. Ensino de química.

The Investigative Experimentation: a study with Chemistry Undergraduates

ABSTRACT

The Experimentation in chemistry teaching is a current theme and has received the attention of innumerable researchers, more specifically at the undergraduate level. The relevance of such studies is indispensable because the results obtained reverberate in the restructuring and improvement of the initial training intended for undergraduates, as well as in the continuing education of chemistry teachers. The qualitative character of this study demonstrates a context that enables us to investigate the representations of chemistry undergraduates as regards characteristics of research laboratories and important aspects of experimentation in chemistry teaching. It also enables us to analyze the modifications that have occurred, in such representations, when being problematized in the context of an extension course in which the role of experimentation in teaching is discussed. This course was developed with six second-year undergraduates of a chemistry-teaching course. The research data is a result of various activities that were elaborated, proposed and developed by the researchers and participants, such as: visits to university research laboratories, production of reports, responses to questionnaires, reading and discussion of texts, and comparison of traditional experimental guidelines of an investigative nature. The undergraduates also elaborated proposals for inquiry-based activities in high school. Audio recording was used to record data and Discursive Textual Analysis (DTA) enabled its interpretation. Based on the results, we can infer that the extension course contributed to undergraduate reflections regards investigative experimentation and to the effectiveness of this approach in the teaching-learning process.

Keywords: Inquiry-based teaching. Teacher training. Chemistry teaching.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Níveis de investigação no laboratório de ciências.....	43
Quadro 2 – Resumo das etapas desenvolvidas com os respectivos encontros.....	56
Quadro 3 – Síntese das atividades desenvolvidas no curso de extensão.....	61
Quadro 4 – Categoria 1: Segurança – fragmentos e unidades de significado destacados em itálico, com uma breve interpretação.....	67
Quadro 5 – Categoria 2: Organização e limpeza - fragmentos de unidade de significado destacados em itálico, com uma breve interpretação.....	68
Quadro 6 – Categoria 3: Estrutura física - fragmentos de unidade de significado destacados em itálico, com uma breve interpretação.....	69
Quadro 7 – Categoria 4: Relação Interpessoal - fragmentos de unidade de significado destacados em itálico, com uma breve interpretação.....	70
Quadro 8 – Categoria 5: Temas pesquisados - fragmentos de unidade de significado destacados em itálico, com uma breve interpretação.....	70
Quadro 9 – Categoria 6: Dificuldades para desenvolver a pesquisa - fragmentos de unidade de significado destacados em itálico, com uma breve interpretação.....	70
Quadro 10 – Categoria 1.1: experimento como carácter comprobatório ou demonstrativo de uma teoria.....	88
Quadro 11 – Categoria 1.2: experimento como ponto de partida para construção do conhecimento.....	89
Quadro 12 – Categoria 2.1: visão utilitarista das atividades experimentais.....	89
Quadro 13 – Categoria 2.2: explicar um fenômeno estudado.....	89
Quadro 14 – Categoria 2.3: não deve demonstrar uma teoria.....	90
Quadro 15 – Categoria 2.4: deve preceder uma teoria.....	90
Quadro 16 – Categoria 2.5: deve ser relacionado ao cotidiano dos alunos.....	90
Quadro 17 – Categoria 2.6: deve ter material de apoio.....	90
Quadro 18 – Categoria 3.1: Não, porque a escola só ensina conceitos consolidados.....	91
Quadro 19 – Categoria 3.2: Não, porque na escola o experimento deve ser mais simples.....	91
Quadro 20 – Categoria 3.3: Sim, porque os experimentos devem partir de uma problematização.....	92
Quadro 21 – Categoria 4.1: Deve partir dos conhecimentos prévios dos alunos.....	93
Quadro 22 – Categoria 4.2: Deve iniciar pela observação.....	93
Quadro 23 – Categoria 4.3: Deve ter objetivo.....	93
Quadro 24 – Categoria 5.1: Criar uma problematização.....	94
Quadro 25 – Categoria 5.2: Mudando a quantidade dos reagentes.....	94
Quadro 26 – Categoria 5.3: Reproduzindo o experimento sem o procedimento.....	95
Quadro 27 – Elementos considerados pelos alunos no primeiro plano de aula. Determinação	

do teor de álcool na gasolina com abordagem investigativa.....	99
Quadro 28 – Argumentos que justificam a inclusão de uma SPA pelos licenciandos.....	102
Quadro 29 – Argumentos dos licenciandos que justificam a inserção da comunicação dos resultados.....	103
Quadro 30 – Argumentos dos licenciandos que justificam o nível de classificação da atividade proposta por eles.....	103
Quadro 31 – Elementos considerados pelos alunos no segundo plano de aula. Determinação do teor de álcool na gasolina com abordagem investigativa.....	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Efeitos do álcool em um indivíduo, em função da concentração no sangue.....119

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A – Aluno

AC – Alfabetização Científica

ANP – Agência Nacional do Petróleo

ATD – Análise Textual Discursiva

BSCS – Biological Science Curriculum Study

CAAE – Certificado de Apresentação para Apreciação Ética

CBA – Chemical Bond Approach

COPEP – Comitê Permanente de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

DCNEM – Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio

EC – Ensino de Ciências

EI – Ensino por Investigação

EM – Ensino Médio

EPI – Equipamento de Proteção Individual

ES – Ensino Superior

EQ – Ensino de Química

EUA – Estados Unidos da América

FTO – Fluorine-doped tin-oxide

IBCC – Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura

IC – Iniciação Científica

LAC – Laboratório de Análise de Combustíveis

MG – Minas Gerais

NRC – National Research Council

NSTA – Associação de Professores de Ciências dos Estados Unidos

PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência

PCM – Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

PR – Paraná

PSSC – Physical Science Study Committee

QNEsc – Revista Química Nova na Escola

RS – Representações sociais

SEI – Sequência de Ensino Investigativa

SMSG – Science Mathematics Study Group

SPA – Situação problemática aberta

UEM – Universidade Estadual de Maringá

UnB – Universidade de Brasília

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
1. DESAFIOS E POSSIBILIDADES DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA	19
2. PERCURSO TEÓRICO-METODOLÓGICO	49
3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	64
ANÁLISE DO 1º ENCONTRO	64
ANÁLISE DO 2º ENCONTRO	66
ANÁLISE DO 3º ENCONTRO	80
ANÁLISE DO 4º ENCONTRO	86
ANÁLISE DO 5º ENCONTRO	100
ANÁLISE DO 6º ENCONTRO	109
ANÁLISE DO 7º ENCONTRO	111
ANÁLISE DO 8º ENCONTRO	113
PLANO PROPOSTO PELO LICENCIANDO A1	115
PLANO PROPOSTO PELO LICENCIANDO A2	117
PLANO PROPOSTO PELO LICENCIANDO A3	118
PLANO PROPOSTO PELO LICENCIANDO A4	120
PLANO PROPOSTO PELO LICENCIANDO A5	122
PLANO PROPOSTO PELO LICENCIANDO A6	124
ANÁLISE DE CONTEÚDOS PROCEDIMENTAIS E ATITUDINAIS CONSIDERADOS OU NÃO PELOS LICENCIANDOS EM SUAS SEIS.	125
APRESENTAÇÃO DOS PLANOS DE AULA COM ABORDAGEM INVESTIGATIVA PARA O GRANDE GRUPO/CONTRIBUIÇÕES DOS COLEGAS	127
ANÁLISE DO 9º ENCONTRO	140
ANÁLISE DO 10º ENCONTRO	141
ANÁLISE DO TEXTO PRODUZIDO PELOS ALUNOS	142
CONSIDERAÇÕES FINAIS	156
REFERÊNCIAS	159

INTRODUÇÃO

Alunos e professores consideram o laboratório como um local “mágico” onde a ciência realmente acontece. Essa visão de que somente é possível “fazer ciência” no laboratório está desconectada da realidade, pois fazer ciência significa exatamente investigar a natureza, devendo-se, na medida do possível, conectar natureza e investigação científica ao ambiente do laboratório. O rigor transmitido aos alunos nas aulas experimentais, baseado no método científico, reforça essa ideia de desvinculação dos fenômenos tratados.

Comumente, professores de ensino médio (EM) e também do ensino superior (ES) acreditam que a atividade experimental é um recurso poderoso e, por meio deste, seja possível comprovar leis e teorias ou promover a aprendizagem de maneira efetiva. O pensamento empirista e reducionista, por tratar a ciência como detentora de “verdades absolutas”, não permite aos alunos entenderem a ciência como uma construção humana. Portanto, a mesma é falível e passível de erros.

Em relação à questão do erro no ensino de ciências (EC), destacamos que, apesar de muito criticado por professores, a prática de “seguir o roteiro” ainda é muito utilizada. Um dos problemas associados ao uso do roteiro é a não valorização do erro pelo professor (SUART, 2014). Dessa forma, muitas vezes os alunos desenvolvem a atividade experimental, sabendo de antemão o resultado que irão obter, ou seja, a atividade proposta é realizada de modo mecânico, baseada sempre na repetição, buscando sempre o acerto, não possibilitando ao aluno desenvolver o raciocínio.

A organização de um experimento, visando despertar o raciocínio dos alunos, não é tarefa fácil. A esse respeito, Costa (2000) afirma ser preciso que o professor consiga transitar entre o conhecimento científico e as situações do cotidiano, bem como entender a natureza epistemológica da experimentação e a função pedagógica de tais atividades.

O ensino por investigação (EI), foco dessa pesquisa, baseia-se na construção do conhecimento do aluno, contrapondo-se assim às ideias tradicionais de ensino. Esta forma de ensino surgiu no início do século XX, com forte influência das ideias do filósofo americano John Dewey. A referida abordagem de ensino agrega aspectos políticos, econômicos e sociais e também privilegia o papel do professor como primordial, tendo em vista a sua mediação no processo ensino aprendizagem.

Para Kassebohemer, et al., (2015), o método investigativo tem estreita afinidade com as teorias construtivistas e, segundo estas, o aluno tem participação ativa na construção do seu

conhecimento. O professor necessita levar em consideração os conhecimentos prévios dos alunos, ou seja, todo conhecimento trazido consigo, para poderem levantar hipóteses e buscar a resolução do problema proposto. Por isso, o papel do professor nesse processo é muito importante, uma vez que precisa elaborar um problema desafiador e que faça parte da realidade dos alunos. Compactuamos com Hodson (1988) ao afirmar que os alunos aprendem muito mais sobre conceitos e fenômenos quando têm oportunidade de manipular ideias sob investigação.

Defendemos ser, na formação inicial, o momento ideal para a discussão do papel da experimentação no Ensino de Química (EQ). Ao esperar que os licenciandos proponham atividades mais desafiadoras aos alunos, no intuito de estimular o raciocínio, é preciso dar-lhes a oportunidade de planejarem e executarem essa metodologia, por exemplo.

A definição desse objeto de pesquisa teve sua escolha finalizada no ano de 2013, após termos ministrado as disciplinas de Estágio Supervisionado e Metodologia e Prática de Ensino. No decorrer da docência dessas disciplinas, percebemos que muitos licenciandos apresentavam dificuldades em preparar seus planos de ensino, com uma abordagem adequada, permitindo aos seus educandos, maior possibilidade de aprendizagem. As atividades experimentais, inseridas pelos licenciandos em seus planos de ensino, foram ponderadas por eles como unidades salvadoras, pois consideravam que por meio das referidas atividades, os alunos aprenderiam de qualquer forma.

Diante dessas considerações, refletimos e fundamentamos essa pesquisa na seguinte questão: Um curso baseado no EI pode propiciar a reflexão de licenciandos em química acerca dessa abordagem e também sobre a sua futura prática docente?

Na perspectiva de responder ao questionamento proposto, estabelecemos o seguinte objetivo geral da pesquisa: Avaliar a contribuição do desenvolvimento de um curso sobre EI para a reflexão de licenciandos acerca dessa abordagem de ensino. Em colaboração à resposta para a indagação, acrescentamos os objetivos específicos, a seguir:

- Investigar a compreensão dos licenciandos a respeito do papel da experimentação no EQ;
- Analisar as contribuições das atividades experimentais investigativas no EQ.

Tendo em vista os referidos objetivos, na seção 1, tratamos do tema EI, discutimos seus aspectos históricos e o contexto de sua implementação no EC. Debates também sobre relevância da experimentação no EC, em específico a ciência química, enfatizando a experimentação investigativa. Por fim, abordamos a formação inicial de professores de Química, tratando aspectos importantes pertinentes a mesma.

Na seção 2, discorremos sobre percurso metodológico da pesquisa: descrição de todas as etapas do trabalho, consideramos o contexto pesquisado e os pressupostos teóricos que fundamentaram a coleta de dados, bem como, delineamos os procedimentos de análise e tratamento dos dados.

Em seguida, na seção 3, apresentamos e discutimos os resultados da pesquisa. Exibimos as representações e as categorias que emergiram do processo de análise e, estabelecemos um diálogo com autores que fundamentam a pesquisa.

Por fim, apontamos as considerações acerca dos resultados encontrados. Refletimos sobre as possíveis contribuições dos mesmos no processo de formação inicial de professores de Química.

1 DESAFIOS E POSSIBILIDADES DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA

Na presente seção, abordamos questões históricas sobre o EI e sua implementação no EC. Discutimos também a relevância da experimentação no EC, em específico a ciência química, advogando a favor da experimentação investigativa. Discorreremos ainda sobre a formação inicial de professores de química.

O EI é o foco principal nessa pesquisa. Antes de discutir sobre o trabalho, apresentamos aspectos introdutórios ao tema alfabetização científica (AC). O uso dessa metodologia está focado no objetivo de desenvolver habilidades nos alunos, de modo a torná-los capazes de refletir sobre questões científicas.

Um exemplo para se contextualizar a AC, remeteu-nos à tragédia ocorrida no dia cinco de novembro de 2015, no município de Mariana/MG: O rompimento da barragem de Fundão fez com que os rejeitos de mineração se movimentassem misturando à água, tomando conta do vilarejo de Bento Rodrigues matando 19 pessoas, a maioria eram funcionários terceirizados da Mineradora Samarco e, alguns moradores do local.

A lama espalhada resultou da lavagem e processamento da terra. Esta contém o minério de ferro. Minério este responsável por danos irreparáveis ao Rio Doce, afetando inclusive o abastecimento de água para consumo da população de cidades na cercania daquele rio.

Profissões pouco conhecidas como geólogos e oceanógrafos deram os seus pareceres, nos noticiários, a respeito do ocorrido. Algumas notícias divergentes afirmaram que a lama era tóxica e por isso os peixes morreram. Outras, porém, declaravam que a lama não era tóxica. No entanto, o incidente foi responsável pela redução do oxigênio dissolvido na água e, conseqüentemente, muitos peixes estavam morrendo (SANTOS [2016?]).

A tomada de consciência da população, diante de tantas informações e opiniões proferidas por técnicos, para se posicionar a respeito daquela situação catastrófica e poder emitir algum juízo, necessitaria de um mínimo de conhecimento científico, pois este colabora na manutenção de uma visão imparcial sobre os acontecimentos. Teoricamente, a escola deveria ser, juntamente com o professor, responsável por dar ensinamentos que viabilizariam a formação de pensamento crítico no julgamento de acontecimentos do cotidiano. No segmento dessa lógica, a AC se faz necessária na preparação do aluno para tornar-se um

cidadão consciente de seu papel na sociedade e, não meramente no sentido de formar pequenos cientistas.

Segundo Suart e Marcondes (2018, p. 4), “a população tem importância ativa sobre decisões e discussões relacionadas aos diversos problemas que nos rodeiam e, conseqüentemente, sobre seus riscos, seus benefícios e sobre suas incertezas”. Dessa forma, para as referidas autoras, a AC é importante para compreender as implicações, as potencialidades e até mesmo os abusos e os desdobramentos que as ciências podem gerar.

A efetivação da participação do cidadão na sociedade, conforme afirmam Santos e Schnetzler (2010), requer a aquisição de informações vinculadas aos problemas sociais, que afetam sua cidadania, exigindo uma posição quanto ao direcionamento de suas soluções. Portanto, não basta apenas saber, como o exemplo citado da Mineradora Samarco, que o minério produzido pela mesma empresa movimentava a indústria metal mecânica. A sociedade precisa conhecer detalhes, principalmente da composição, geração e destino dos resíduos daquela produção.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Ciências Naturais referenda que “não é suficiente para a formação da cidadania o conhecimento de fatos químicos e suas interpretações” (Brasil, 1998, p. 34). Além de interpretar as informações, é preciso saber usá-las em situações problemáticas, pois a compreensão de tais informações é uma exigência crucial. Em harmonia com os PCN, Chassot (2003, p. 49) afirma que “a cidadania só pode ser exercida plenamente se o cidadão ou cidadã tiver acesso ao conhecimento (não pressupõe apenas ter as informações)”.

Nesse contexto, Santos e Schnetzler (2010, p. 101) reconhecem que o EQ, no processo de formação do cidadão, tem por objetivo central preparar o indivíduo, para que “ele compreenda e faça uso das informações químicas básicas e efetive sua participação na sociedade tecnológica em que vive”. Além disso, os respectivos autores afirmam que os componentes básicos indispensáveis para formar o cidadão crítico são: a informação química e o contexto social.

Em uma revisão bibliográfica, acerca do conceito de AC, Sasseron e Carvalho (2011) realizaram primeiramente uma pesquisa na literatura científica sobre o termo que define a formação cidadã, visto o mesmo receber diferentes denominações. Na Espanha, utiliza-se “*Alfabetización Científica*”, na França “*Alphabétisation Scientifique*” tendo como tradução “Alfabetização Científica” e, em países de língua inglesa “*Scientific Literacy*” cuja tradução é “letramento científico”. Para as autoras, mesmo usando termos diferentes, os pesquisadores na área possuem as mesmas preocupações em relação ao EC, sendo “[...] os motivos que guiam o

planejamento desse ensino para a construção de benefícios para as pessoas, a sociedade e o meio-ambiente” (p. 60).

As referidas autoras, ainda embasadas na mesma revisão bibliográfica, apontaram os catorze critérios propostos pela Associação de Professores de Ciências dos Estados Unidos (NSTA), expostos por Gérard Fourez (1994) para classificar uma pessoa como alfabetizada cientificamente. Citamos algumas dessas classificações: tomar decisões responsáveis no seu dia a dia utilizando conceitos científicos; perceber que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias; dominar os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e ser capaz de aplicá-los; entender que o saber científico é provisório; recorrer a fontes válidas de informação científica e tecnológica diante de situações de tomada de decisões.

A conclusão da respectiva revisão trouxe às referidas autoras o entendimento que, embora haja diferentes listas sobre tais habilidades, é provável que exista concordância entre as diversas classificações, permitindo agrupá-las em três blocos, nomeados pelas mesmas, de eixos estruturantes da AC. Os três eixos estruturantes capazes de promover a AC, seguem descritos:

1. Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais: refere-se à possibilidade de trabalhar a construção de conhecimentos com alunos e possam ser aplicados no seu cotidiano;
2. Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática: “fornece-nos subsídios para que o caráter humano e social inerente às investigações científicas sejam colocados em pauta” (p. 75);
3. Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente: leva em consideração que “a solução imediata para um problema em uma destas áreas pode representar, mais tarde, o aparecimento de um outro problema associado” (p. 76).

Sasseron e Carvalho (2011, p. 61) defendem ainda, no mesmo trabalho de revisão, o uso do termo “AC” para caracterizar um ensino que permita aos alunos enxergarem o mundo e seus acontecimentos de uma outra forma. Desse modo, “podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico”. Assim, segundo as respectivas autoras, os alunos têm contato com uma nova cultura científica, necessária para a participação ativa dos mesmos na sociedade.

De acordo com Cachapuz, et al., (2005), devemos ter uma cultura científica que nos permita compreender minimamente os processos de decisões mais complexos, possibilitando

nossa participação em decisões racionais. Sasseron (2015, p. 55) ainda afirma que a cultura científica pode ser considerada como “[...] o conjunto de ações e de comportamentos envolvidos na atividade de investigação e divulgação de um novo conhecimento sobre o mundo natural”.

Entendemos que seja possível traçar pontos em comum entre os autores citados a respeito de AC. Em linhas gerais, para se promover a AC, devemos partir de problemas relacionados à vida real do aluno, e este seja envolvido na participação de debates, possibilitando a tomada de decisões mais conscientes no tocante à tecnologia, de seus avanços, bem como os malefícios causados pela mesma.

Concordamos com Chassot (2003), quando este afirma que, hoje é preciso ensinar mais com o conhecimento, ou seja, ensinar a usar o conhecimento no sentido de facilitar a sua leitura de mundo. “Temos que formar cidadãos que não só saibam ler melhor o mundo onde estão inseridos, como também, e principalmente, sejam capazes de transformar este mundo para melhor” (CHASSOT, 2003, p. 97).

O EI é uma das metodologias de se promover a AC. Aquele tem sido defendido por diferentes autores como uma das abordagens de ensino, que possibilita aos alunos construir seus conhecimentos. Dentre os referidos autores, destacamos: Borges (2002), Sá (2009), Zômpero e Laburú (2011), Carvalho (2013), Oliveira (2013) e Sasseron (2013). A respeito dessa abordagem, Suart (2018, p. 3) ressalta que,

[...] os estudantes terão a oportunidade de buscar explicações para uma situação problema norteadora, propor hipóteses e avaliar dados à luz do conhecimento científico, desenvolvendo suas habilidades cognitivas, argumentativas e aquelas relacionadas à Alfabetização Científica.

O EI, enquanto uma alternativa importante para o EC, teve seu início no século XIX, quando a educação científica era ainda incipiente no currículo escolar.

Com a inclusão da ciência no currículo escolar europeu e norte-americano, como uma disciplina, no fim do século XIX, iniciaram-se as discussões de como esta disciplina deveria ser ensinada e como seria a utilização do laboratório. Naquele momento, o ensino se preocupava com desenvolvimento intelectual e individual dos estudantes. Dessa maneira, o ensino “deveria ser de forma indutiva para que os estudantes desenvolvessem sua própria forma de busca por conhecimento” (RODRIGUES, et al., 2008, p. 4).

Conforme Deboer (2006, apud RODRIGUES; BORGES, 2008, p. 4), durante o século XIX, surgiram três formas de ensino por meio do laboratório, a seguir descritas:

1. “Descoberta verdadeira”, nela os estudantes tinham o máximo de liberdade para explorar o mundo natural por conta própria e segundo seus interesses, tal como um cientista;
2. Verificação, em que os estudantes confirmavam fatos ou princípios científicos no laboratório, pois já sabiam o que encontrariam;
3. Investigação, referindo-se à descoberta guiada, em que o estudante não teria que descobrir tudo por si só, mas orientado a resolver questões para as quais ele não tinha a solução.

O final do século XIX, nos Estados Unidos (EUA), foi marcado pelo surgimento da Pedagogia Progressista enquanto crítica à pedagogia tradicional. Segundo Zômpero, et al., (2011, p. 69), “os adeptos dessa nova pedagogia defendiam o ensino centrado na vida, na atividade, aliando teoria e prática, sendo o aluno participante ativo de seu processo de aprendizagem”.

No início do século XX, surgiu o termo *inquiry*, assim denominado nos EUA, sendo uma perspectiva investigativa na educação científica. A mesma foi fortemente influenciada pelas ideias do filósofo americano John Dewey. O referido filósofo criticava fortemente o EC na época, argumentando que a educação dava ênfase ao acúmulo de informações acabadas. A esse respeito, Rodrigues, et al., (2008, p. 5) argumenta que “este tipo de abordagem não é o bastante para entender a ciência como um método de pensamento e uma atitude mental que ajuda a transformar formas de pensamento”.

Interessante notar que, já no início do século XX, Dewey fazia críticas ao acúmulo de informações acabadas no ensino. Infelizmente, ainda hoje é muito enfatizado nas aulas de ciências da natureza.

Para Vieira (2012, p. 22), as indagações de Dewey,

[...] eram fundamentadas em torno da educação escolar como possibilidade de construção de uma sociedade mais humana. Ele queria reconstruir a concepção do conhecimento vigente integrando-o aos objetos da ciência, chamando essa integração de experiência.

De acordo com os estudos de Zômpero e Laburú (2011), a definição de “experiência” para Dewey, é frequentemente mal-entendida, pois ele se referia à experiência de vida, visto ser comum as pessoas associarem esse termo a aulas práticas. Estas seriam a solução para a aprendizagem de ciências. Ou seja, as aulas deveriam ter mais atividades experimentais, ao invés de privilegiar a memorização dos conteúdos.

Após o lançamento do satélite Sputnik pelos russos, na década de 50, houve uma preocupação com a falta de rigor acadêmico no EC, por parte da sociedade americana, em especial cientistas, educadores e empresários, pois o enfoque do ensino era resolver problemas de relevância social. Como a inquietação durante a guerra fria era a de manter a hegemonia americana no contexto geopolítico mundial, seria fundamental formar um corpo de cientistas bem preparados. Tal demanda culminou em uma nova reforma curricular, comandada por Josef Schwab.

O referido autor, mencionado anteriormente, tinha muita preocupação com o bem-estar da nação, pois na visão dele, apresentavam-se três grandes necessidades relacionadas com a educação: aumentar o número de cientistas; formar líderes políticos “capazes de desenvolver agendas políticas baseadas no entendimento científico” e educar o público para ter simpatia com o conhecimento e, dessa forma apoiar as pesquisas científicas (RODRIGUES; BORGES, 2008, p. 7).

Nos EUA, após aquela respectiva reforma curricular, no final da década de 50 e início da década de 60, foram produzidos materiais didáticos com o intuito de “formar cientistas”, baseados em um projeto curricular inovador,

[...] denominado na literatura especializada de “sopa alfabética”, uma vez que os projetos de Física (Physical Science Study Committee – PSSC), de Biologia (Biological Science Curriculum Study – BSCS), de Química (Chemical Bond Approach – CBA) e (Science Mathematics Study Group – SMSG) são conhecidos universalmente pelas suas siglas (KRASILCHIK, 2000, p. 85).

Os referidos projetos promoviam o EC por investigação, enfatizando o método científico e encaminhando o aluno a agir como cientista. “Essa prática de ensino levava o aluno a participar de atividades que lhe possibilitavam “fazer” atividades científicas através do método experimental” (ANDRADE, 2011, p. 125).

Aqueles materiais didáticos produzidos nos EUA foram importados para o Brasil pelo Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBCC), que os traduziu com o intuito de promover a educação científica, desenvolvendo projetos para escolas de nível básico. Destacamos a produção dos *kits* com manuais para a realização de experimentos nas disciplinas de química, física e biologia. Tais *kits* enfatizavam a investigação científica, pois “tinham uma perspectiva metodológica que visava planejar e executar experimentos com materiais acessíveis, a fim de possibilitar a vivência dos alunos com o método científico” (ANDRADE, 2011, p. 126).

No começo dos anos 70, a educação estava focada na formação do cidadão e das habilidades necessárias para a sua interação com o mundo científico. Foi nesse contexto, que surgiu o termo AC.

Vale ressaltar que nos PCN de Ciências (National Science Education Standard) americanos, publicados em 1996, o EI foi bastante valorizado, pois o documento era composto por oito parâmetros; um deles (história e natureza da ciência) dedicado especialmente a esse tipo de ensino. O mesmo tinha como “objetivo orientar o professor no sentido de desenvolver entre os estudantes de ciências: a) habilidades para fazer investigações científicas; b) uma melhor compreensão sobre a investigação científica” (MUNFORD; LIMA, 2007, p. 99).

Também com a preocupação de fazer valer o EI no EC, a Proposta Curricular Nacional da Inglaterra contempla orientações para o desenvolvimento dessa abordagem de ensino nos currículos de ciência (VIEIRA, 2012).

Entre o final da década de 80 e início da década de 90, houve uma retomada da investigação como prática no EC. Os EUA, com o projeto “Ciência para todos” e a Inglaterra, com o “Entendimento público da Ciência”, apresentaram propostas de ensino, que segundo Trópia (2009, p. 6), “ambos com o intuito de alfabetizar a população cientificamente a fim de que compreendessem um mundo onde a ciência e a tecnologia cada vez mais influenciam aspectos políticos, econômicos e sociais”. Nesse contexto, o EI muda de perspectiva deixando de acreditar na ciência neutra, abandonando a aplicação do método científico para contemplar as discussões sobre a natureza da ciência nas investigações escolares, associando as relações entre as atividades de EI com aspectos sociais.

Assim, a proposta do EI deixou de ter uma visão simplista e sem reflexão sobre a ciência, passando a agregar aspectos políticos, culturais, econômicos e sociais que se perpetuam até os dias atuais. Dessa maneira, houve possibilidade de aproximar a atividade científica do cientista com a ciência praticada na escola.

Percebemos que ao longo da história, o sentido da expressão *ensino por investigação*, foi mudando de acordo com interesses políticos, econômicos e sociais. No entanto, temos uma grande diversidade de visões a respeito do EI. Porém, notamos uma preocupação em comum: “a de reconhecer que há um grande distanciamento entre a ciência ensinada nas escolas e a ciência praticada nas universidades, em laboratórios e outras instituições de pesquisa” (MUNFORD; LIMA, 2007, p. 92). Há ainda, outros dois pontos que são convergentes: um é o papel central do aluno e outro é o entendimento que o professor passa a ser um mediador do processo ensino aprendizagem.

Destacamos o trabalho desenvolvido por Rodriguez e León (1995) na análise de 5 propostas de EI realizadas na Espanha. Destas, uma em 1988, duas no ano de 1992 e duas em 1993. Importante ressaltar que tais propostas foram desenvolvidas no momento em que o EI foi retomado como prática de ensino. O intuito desses pesquisadores foi investigar o que as referidas propostas tinham em comum e o que as diferenciavam. Os pontos comuns levantados pelos autores foram que todas as propostas: iniciam-se por um problema de interesse do aluno; destacam a necessidade dos alunos expressarem suas ideias a respeito do problema proposto; valorizam o levantamento de hipóteses; enfatizam a importância do planejamento da pesquisa; acentuam a realização de atividades planejadas na busca por novas informações, como momento culminante para validar ou refutar as hipóteses e por último, a necessidade de comunicar os resultados da investigação.

Os pontos divergentes foram: duas propostas contemplam a necessidade de aplicar aquilo aprendido em uma nova situação; somente uma delas expressa claramente a necessidade de realizar atividades que favoreçam a reflexão sobre o que foi aprendido, uma proposta considera a importância de não separar o conhecimento da atuação no meio em que vive o aluno.

A presença de pontos comuns nas propostas analisadas por Rodriguez e León (1995) evidencia semelhanças quando comparadas às propostas desenvolvidas atualmente no cenário brasileiro. A seguir, apresentamos características do EI na concepção de alguns autores:

Na visão de Kasseboehmer, et al., (2015, p. 72), “a metodologia investigativa desenvolve-se na simulação do trabalho do cientista”. Esses mesmos autores compreendem que o método investigativo,

[...] remete à participação ativa da construção do seu conhecimento, em estreita afinidade com as teorias construtivistas para a educação. Por isso quando o aluno vai a campo para pesquisar e levantar dados para o estudo de um tema, a atividade também é reconhecida como um processo investigativo de ensino (KASSEBOEHMER, et al., 2015, p. 65).

Os estudos de Zuliani (2006, p. 42) afirmam que:

[...] o ensino e aprendizagem por investigação não deve ser considerado somente um método mais ou menos eficiente de ensino. Deve ser visto mais como uma formação e construção de habilidades e atitudes, ou seja, uma ferramenta para o desenvolvimento intelectual do indivíduo.

Outra visão de EI a ser destacada é a de Vieira (2012, p. 21), ao expressar que: “[...] aquele capaz de buscar a informação pretendida através das discussões entre os alunos, com a ajuda do professor, deixando um pouco de lado o processo curricular exaustivo e estruturado”.

Sasseron (2015, p. 58) argumenta que o EI pode ser configurado como,

[...] uma abordagem didática, podendo, portanto, estar vinculado a qualquer recurso de ensino desde que o processo de investigação seja colocado em prática e realizado pelos alunos a partir e por meio das orientações do professor.

Para a referida autora, o que torna o EI interessante é a presença de um problema a ser resolvido, bem como as condições necessárias para a sua solução (SASSERON, 2013).

Ressaltamos que em todas as visões apresentadas acerca do EI, as mesmas destacam a participação ativa do aluno e a mediação do professor no processo ensino aprendizagem. Em nosso entendimento, ambas são relevantes para garantir a efetividade da construção do conhecimento do aluno.

Sá (2009) realizou uma pesquisa com professores das áreas de ciências naturais e participantes de um curso de especialização em EI. Tutores e professores ministrantes do curso tiveram investigados seus discursos produzidos e, coletados por meio de entrevistas e gravações de áudio, pois são diferentes sujeitos se expressando sobre essa temática. Para o grupo pesquisado, o EI tratava-se de uma estratégia de ensino e o professor poderia usá-la para variar sua prática escolar. O mesmo grupo ainda considerou que as atividades investigativas possuem as seguintes características: “construir um problema, aplicar e avaliar teorias científicas, propiciar a obtenção e a avaliação de evidências, valorizar o debate e argumentação, permitir múltiplas interpretações” (SÁ, 2009, p. 173).

Ainda como resultados, Sá (2009) identificou algumas tensões que surgiram no grupo no decorrer do curso. Dentre elas, destacam-se: “O mito do método científico e o papel do método dentro da investigação, [...] a vinculação entre atividade investigativa e atividade experimental, [...] a aproximação da ciência escolar com a ciência do cientista” (p. 171).

É importante destacar que tais concepções alternativas, encontradas por Sá (2009) entre os professores acerca do EI, também são observadas em outros contextos. Como exemplo, podemos citar o documento *National Research Council (NRC)* (2002, apud MUNFORD; LIMA, 2007, p. 97), que apresenta três concepções consideradas como equivocadas e são comuns entre os professores americanos da educação básica, sobre o EC por investigação:

1. Acredita-se que o EI envolve necessariamente atividades experimentais ou que se limita a ela;
2. No EI, as atividades envolvidas precisam ser bastante “abertas”, assim os alunos têm autonomia em: escolher questões, determinar procedimentos para a investigação e decidir como analisar resultados;
3. É possível ensinar qualquer conteúdo por meio de uma abordagem investigativa.

Pesquisas como essa, realizada por Sá (2009), corroboram com as concepções equivocadas citadas no NRC, principalmente aquela referida no primeiro item, pois é comum as pessoas associarem atividades de investigação com experimentos de laboratório. Desde que as atividades sejam centradas no aluno, dando-lhe autonomia para buscar as repostas ao problema proposto, esta estratégia de ensino pode ser teórica ou experimental.

Essa mesma pesquisadora alerta ainda que não há um roteiro específico que contemple todos os elementos importantes para uma atividade investigativa. Ou seja, não existe “o exemplo” a ser seguido. “Um roteiro pode explorar vários dos elementos que compõem uma investigação, ou apenas um desses elementos” (p. 172). Entendemos que os elementos, a serem explorados em uma atividade investigativa, vão depender da intencionalidade do professor ao planejá-la.

Complementando essa questão, Zômpero, et al., (2017) admitem que algumas características precisam estar presentes nas atividades investigativas: a proposição de um problema a ser investigado; o envolvimento dos alunos para realizar as atividades; levantamento de hipóteses; a pesquisa na busca por informações; elaboração da conclusão e comunicação dos resultados.

Por isso, ao pensarmos em uma atividade investigativa, é preciso que o problema seja bem definido, a partir do interesse dos alunos, relacionando-o ao seu contexto social, pois o progresso da atividade depende do entendimento do respectivo problema pelos alunos. Assim, o professor deve sempre “partir da realidade para através do conceito, compreender a realidade” (FREIRE; FAUNDEZ, 1985, p. 91).

Consoante com o exposto, Scarpa e Silva, (2013) afirmam que o professor deve aproveitar situações familiares aos alunos para contextualizar o conteúdo, ou seja, a realidade deles deve balizar as perguntas propostas. Lembramos que não há a obrigatoriedade de se ter uma resposta padronizada, devido cada aluno possuir uma realidade diferente. Portanto, esperamos uma diversidade de respostas.

São vários os autores que ressaltam a importância da pergunta no processo ensino-aprendizagem.

Em seu livro, *O mundo assombrado pelos demônios* de 2006, Carl Sagan afirma que “há perguntas ingênuas, enfadonhas, mal formuladas, perguntas propostas depois de uma inadequada autocrítica. Mas toda pergunta é um grito para compreender o mundo. Não existem perguntas imbecis” (p. 364). O autor ainda alerta que além de estimular é necessário fornecer instrumentos fundamentais com que pensar.

Bachelard, em *A Formação do Espírito Científico* de 1996, argumenta que é preciso saber formular problemas e, na vida científica, estes não se formulam de modo espontâneo. É justamente esse sentido do problema que caracteriza o espírito científico. De acordo com Bachelard (1996, p. 8), “para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico”.

Paulo Freire e Antonio Faundez, em *Por uma Pedagogia da Pergunta* de 1985, concordam com Bachelard, quando dizem que o professor deveria antes de tudo, ensinar a perguntar, pois é o início do conhecimento. Freire e Faundez (1985, p. 46) comentam ainda ser “somente a partir de perguntas é que se deve sair em busca de respostas, e não o contrário”. Os autores vão além, quando mencionam que um dos pontos de partida para a formação de um educador ou de uma educadora, numa perspectiva libertadora, seria essa coisa aparentemente tão simples: O que é perguntar?

Echeverría e Pozo (1998) alertam que os professores precisam ter cuidado ao elaborar uma atividade, pois o que para eles parecem ser um problema interessante, aos alunos pode ser que não tenha nenhum sentido. Assim, os referidos autores concordam que,

[...] sem compreensão da tarefa os problemas se transformam em pseudoproblemas, em meros exercícios de aplicação de rotinas aprendidas por repetição e automatizadas, sem que o aluno saiba discernir o sentido do que está fazendo e, por conseguinte, sem que possa transferi-lo ou generalizá-lo de forma autônoma a situações novas, sejam cotidianas ou escolares (p. 15).

Portanto, a postura do professor precisa mudar frente às atividades por ele propostas, sejam elas teóricas ou práticas. O professor precisa deixar de responder perguntas para formulá-las.

Concordamos com os autores quanto à importância da pergunta, pois também defendemos que a oportunidade de se discutir os objetivos das atividades experimentais, bem como o seu papel no EC devem ser oportunizados na formação inicial.

Ao ressaltarmos a relevância sobre o papel da pergunta em uma atividade com abordagem investigativa, destacamos que o professor precisa ter em mente uma questão inicial, também chamada de desafio ou questão problema, podendo o mesmo ser experimental ou teórico. Kasseboehmer, et al., (2015) trazem algumas recomendações bem interessantes que podem auxiliar o professor ao desenvolver atividades investigativas:

1 – Evitar perguntas cujas respostas são curtas e podem impedir a discussão entre os alunos tais respostas, “sim”, “não” ou “não sei”;

- 2 – As questões precisam estimular o aluno a expor suas próprias ideias para responder ao problema;
- 3 – Estimular os alunos a elaborarem estratégias afim de verificar se suas hipóteses estão adequadas;
- 4 – O elaborador das questões precisa analisar as possíveis respostas, baseadas naquilo que os alunos já aprenderam até aquele momento e surgirão durante as discussões na tentativa de resolver o problema;
- 5– Preparar pistas, que não respondem o problema, para instigar o aluno a iniciar a participação no processo de elaborar hipóteses;
- 6 – Organizar a problematização das questões de uma maneira que deixe os alunos curiosos e estimule à participação da resolução do problema;
- 7– Se o professor decidir avaliar a atividade investigativa, é importante estimular a participação dos alunos e avaliar a etapa de elaboração de hipóteses;
- 8 – Explicitar a contribuição que fornecem as ferramentas de busca da internet para auxiliar as pesquisas na procura pela resposta correta do problema.

Para Carvalho (2013a), a questão problema não pode ser qualquer questão, deve ser bem planejada. Em sua elaboração é necessário levar em conta os contextos culturais e sociais nos quais os alunos estão inseridos. A atividade deve provocar interesse, envolvendo os alunos no processo de resolução, levantando hipóteses, expondo suas opiniões sobre o assunto, cooperando uns com os outros, na tentativa de busca pela solução do problema proposto.

Diferentemente do exposto, quando temos um problema no nosso dia a dia, não costumamos levantar hipóteses para resolvê-los. Também não elaboramos estratégias para testar nossas desconfiças, pois o que nos basta é o resultado final. Por exemplo, quando um computador deixa de executar alguma tarefa básica, para a maioria das pessoas há somente duas soluções, desligar ou reiniciar. Provavelmente, após o computador voltar a executar suas tarefas, nossos questionamentos se acabarão, a não ser que o problema volte a acontecer. “A solução de problemas cotidianos está dirigida ao sucesso e à satisfação de uma meta e requer somente o mínimo de compreensão que permita atingir essa meta” (POZO; CRESPO, 1998, p. 98). Ou seja, nosso problema deixa de existir assim que, o computador volte a funcionar, pois nossos problemas cotidianos possuem um fim em si mesmos.

Percebemos que na escola, o comportamento dos alunos diante da resolução de um problema é semelhante ao dos professores quando enfatizam o cálculo matemático no EC naturais, “os alunos tendem a resolver os problemas científicos como se fossem problemas

matemáticos” (POZO; CRESPO, 1998, p. 92). Em outras palavras, os alunos se dão por satisfeitos ao encontrarem um dado exato, sem refletir sobre o significado da resposta encontrada.

Diante disso, obter resultados, por exemplo, como tempo negativo ou valor de rendimento em cálculos estequiométricos superiores a 100%, não causam nenhum incômodo no aluno. De acordo com Pozo e Crespo (1998, p. 92), isso acontece porque “os alunos não atribuem nenhum significado aos f , m ou a cujo valor estão calculando. A tarefa fica reduzida a um exercício matemático sem sentido”. Não há reflexão sobre as possibilidades da resposta obtida. Assim, os referidos autores fazem a seguinte crítica:

[...] um dos defeitos mais graves do ensino de ciências vigentes é a prematura quantificação e formalização de conceitos que o aluno não compreende. [...], nas aulas continua-se dedicando, desde a primeira infância, tempo demais a formalizar aquilo que o aluno não compreende e, aos poucos, vai aprendendo a odiar (p. 92).

Como na escola os problemas propostos são determinados pelos professores, há poucas chances de que os alunos busquem em sua memória algum fato semelhante. Dessa forma, no contexto escolar os problemas propostos, de maneira geral, são situações nem sempre vivenciadas pelos alunos, ficando difícil aos mesmos se identificarem com o problema.

Para a solução de um problema, na busca de um contexto de aprendizagem é necessário a ativação dos conhecimentos prévios. Estes são os conhecimentos que os alunos trazem consigo. Nesse sentido, Hodson (1988, p. 13) afirma que “as atividades que pretendem provocar desenvolvimento e mudança conceitual em indivíduos deveriam começar pelo conhecimento que o aluno já possui”. Segundo Pozo e Crespo, (1998, p. 87), conhecimentos prévios são:

[...] todos aqueles conhecimentos (corretos ou incorretos) que cada sujeito possui e que adquiriu ao longo de sua vida na interação com o mundo que o cerca e com a escola. Esse conjunto de conhecimentos serve para que ele conheça o mundo e os fenômenos que observa, ao mesmo tempo que o ajudam a prever e controlar os fatos e acontecimentos futuros.

Para os respectivos autores, o professor possui um papel de grande importância, pois ajuda a ativar os conhecimentos prévios dos alunos por meio de perguntas concretas, procurando situações mais conhecidas que os ajudem a identificar o problema e as possíveis soluções. Reforçam ainda que o professor não pode considerar-se uma fonte inesgotável de conhecimento, mas deve instruir o aluno para buscar informações confiáveis.

Para Azevedo (2013, p. 32),

[...] o professor deve conhecer bem o assunto para poder propor questões que levem o aluno a pensar, deve ter uma atitude ativa e aberta, estar sempre atento às respostas dos alunos, valorizando as respostas certas, questionando as erradas, sem excluir do processo o aluno que errou, e sem achar que a sua resposta é a melhor, nem a única.

Segundo Freire (1979, p. 81), “a tarefa do educador, então, é a de problematizar aos educandos o conteúdo que os mediatiza, e não a de dissertar sobre ele, de dá-lo, de estendê-lo, de entregá-lo, como se tratasse de algo já feito, elaborado, acabado, terminado”.

Ainda com ênfase à problematização em sala de aula, Capechi (2013) argumenta que esta deve ser compreendida como um processo, não se reduzindo a elaboração de um enunciado bem organizado, mas sim possibilitar o envolvimento dos estudantes na identificação de novas questões, conduzindo-os à tomada de consciência de suas ações. Esse processo deve ser construído discursivamente com a ajuda do professor. A autora reforça também que “[...] a problematização no EC visa construir um cenário (contexto) favorável à exploração de situações de uma perspectiva científica” (p. 24).

Nesse contexto de trabalho, o professor torna-se o mediador, dando voz aos alunos, estimulando-os a organizar e expor suas ideias aos colegas, com vistas a gerar debates e, conseqüentemente, as soluções para o problema proposto podem surgir dos momentos de discussão. A aproximação entre o cotidiano, as ideias dos alunos e os conhecimentos científicos podem ajudá-los a superar dificuldades, possibilitando-lhes uma aprendizagem mais efetiva.

Julgamos importante, nesse momento, abriremos um parêntese para esclarecer o nosso entendimento a respeito de cotidiano e contextualização. Para tanto, buscamos apoio em autores como: Lutfi (1992), Coelho e Marques (2007), Santos e Schnetzler (2010), Silva e Marcondes (2010), Wartha et al., (2013), Fernandes, et al., (2016).

Wartha et al., (2013) ressaltam que o termo cotidiano é amplamente conhecido a maioria dos professores afirma ser “uma abordagem fácil de ser posta em prática. Contudo, alguns trabalhos de pesquisa apontam que esse axioma não existe” (p. 84).

Para Lutfi (1992), o termo cotidiano é dúbio e tem sido usado com muitos significados, tais como: motivar os alunos com curiosidades sem estabelecer relação aprofundada entre os fatos e o conhecimento sistematizado; ilustrar o assunto que está se desenvolvendo, tratando de forma isolada os conhecimentos conceituais de química sem relações entre si; problematizar tópicos de um conteúdo para introduzir um determinado assunto inserindo dados históricos sem deixar de lado a sequência formal de estudos; criticar a sequência formal de conteúdo, porém desencarregando o sistema político, social e econômico

dos problemas causados pelo uso do conhecimento químico e entender como o sistema econômico influencia nossa vida diária, buscando uma explicação que precisa ser evidenciada.

Embora alguns documentos oficiais como os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) e as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM), já tenham indicado a relevância de um ensino contextualizado, tanto na educação básica como na formação de professores, parece ser de fundamental importância a discussão sobre abordagens contextualizadas nesses contextos de ensino, com intuito de reduzir problemas, tanto no processo de ensino como na aprendizagem (FERNANDES, et al., (2016).

Com relação às perspectivas empregadas ao se tratar de contextualização Wartha, et al., (2013, p. 90) apontam várias interpretações, dentre elas, destacamos “ a contextualização não redutiva, a partir do cotidiano; a contextualização a partir da abordagem CTS; a contextualização a partir de aportes da história e filosofia das ciências”.

Para Silva e Marcondes (2010), o movimento CTS relaciona-se com a contextualização no ensino e apresentam similitudes com as da pedagogia de Paulo Freire. “Entre as semelhanças destaca-se o ensino baseado em temas geradores, partindo-se do estudo do meio social e político do aluno” (104).

Santos e Schnetzler (2010) nos lembram que o aluno se envolverá muito mais na busca da solução de um problema, se o tema social posto em discussão estiver relacionado a questões locais da comunidade a que pertence. Por consequência:

[...] sabe-se que a abordagem de apenas temas regionais tem o aspecto negativo de não ampliar o leque de conhecimento do aluno, além de ter um carácter de perpetuação da situação cotidiana da comunidade em que o aluno está inserido (p. 109).

Entendemos que a situação cotidiana do aluno se faz importante no momento de iniciar um determinado assunto. Por outro lado, defendemos que as questões sociais devem ser entendidas para serem transformadas. Acreditamos assim, em uma educação transformadora compactuando com as ideias de Paulo Freire.

Na opinião de Silva e Marcondes (2010, p. 105),

[...], a contextualização no ensino de Ciências que privilegia o estudo de contextos sociais com aspectos políticos, econômicos e ambientais, fundamentado em conhecimentos das ciências e tecnologia, é fundamental para desenvolver um ensino que venha a contribuir para a formação de um aluno crítico, atuante e sempre que possível transformador de sua realidade desfavorável.

Retomando a questão da problematização em sala de aula, concordamos com Hodson (1988) ao afirmar quanto à oportunidade de manipular ideias sob investigação, pois os alunos aprendem muito mais sobre conceitos e fenômenos, bem como conquistam habilidades de raciocínio dos cientistas, entendendo serem estas pessoas as que pensam sob hipóteses, podendo errar ou acertar.

O gênero de problema mais comum usado para iniciar uma atividade investigativa, segundo Carvalho (2013a), é o experimental, pois este é o que mais envolve os alunos. Vale ressaltar que o problema proposto também pode ser teórico. Desse modo, Sasseron (2013, p. 43) lembra que “a leitura de um texto pode ser uma atividade investigativa tanto quanto um experimento de laboratório”.

No tratamento da experimentação no EC, há indicativos de prevalência em um consenso entre os professores: as aulas experimentais são um meio muito eficiente para a melhoria do entendimento de conteúdos químicos, facilita a aprendizagem, ou seja, aquelas são concebidas como um recurso didático muito eficaz. Porém, a justificativa do pouco uso de atividades experimentais, por parte dos professores, geralmente é devido à falta de materiais, carga horária reduzida, espaço físico inadequado e a imaturidade dos alunos ao realizar atividades dessa natureza. Essas são algumas dificuldades apontadas por diversos autores (SILVA; ZANON, 2000; BORGES, 2002; PAVÃO; FREITAS, 2011; LÔBO, 2012).

No entanto, destacamos que, embora a maioria dos professores acredita em atividades experimentais por se caracterizarem como um recurso motivador para os estudantes, porém nem sempre a experimentação desempenha tal função (HODSON, 1994).

Em geral, os estudos demonstram serem duas as visões muito comuns entre os professores: a função da experimentação é comprovar uma teoria e, a partir de um experimento os alunos por descoberta consigam chegar a um entendimento do tema em questão. “Ainda são muitos os professores que imaginam ser possível comprovar a teoria no laboratório” (SILVA; ZANON, 2000, p. 121). Ou seja, é no laboratório que os alunos têm a oportunidade de ‘ver a realidade como ela é’ para tirarem suas próprias conclusões ‘descobrimo a teoria na prática’.

Ainda de acordo com Silva e Zanon (2000, p. 121):

A prevalência dessa visão de que a ciência “está na realidade, a espera de ser descoberta” é um indício de que o empiricismo-indutivismo é amplamente dominante, nos contextos das escolas, em detrimento da valorização da capacidade criadora do sujeito que se transforma ao transformar/criar o real colocado em discussão.

Essa situação descrita anteriormente tem sido identificada por alguns pesquisadores da área de EC. Um exemplo a ser destacado corresponde à pesquisa feita por Medeiros e Bezerra Filho (2000): os pesquisadores entrevistaram dois grupos de professores em duas universidades federais, ministrantes da disciplina Instrumentação para o Ensino de Física, com intuito de examinar as concepções filosóficas que embasam seus comportamentos ao lidarem com o ensino da física no contexto de um laboratório. Os resultados advindos dessa entrevista apontaram que a ideia predominante entre esses professores é: os experimentos têm certo papel revelador da verdade. Assim, várias expressões surgiram durante as entrevistas realizadas com os professores: *‘aqui na prática é onde está a verdade de fato’*, *‘seria possível realmente ver como as coisas ocorrem’*, *‘ele comprova aquela teoria vendo’*, *‘então eles verificam através da experiência’*, *‘a partir do momento que vai comprovar, usando o trilho para comprovar a primeira Lei de Newton’*. Segundo Medeiros e Bezerra Filho (2000), tais afirmações se caracterizam como posições do indutivismo ingênuo e realismo ingênuo.

Salientamos que o tipo de abordagem a ser desenvolvida em sala de aula, depende diretamente das próprias convicções de quem leciona, bem como de sua formação anterior (MEDEIROS, BEZERRA FILHO, 2000). Portanto, se o professor não possuir clareza do verdadeiro papel da experimentação no EC, acreditando que por meio de um experimento pode-se “descobrir as verdades absolutas”, ensinará exatamente assim a seus alunos.

No modelo de ensino vigente em nossas escolas, baseado na transmissão-recepção, “o laboratório funciona de forma mágica, de onde surgem as descobertas e as respostas verdadeiras/válidas para qualquer questão, ou a mera comprovação de “verdades teóricas” (SILVA; ZANON, 2000, p. 150). Para Hodson (1988, p. 15), “o trabalho em laboratório na escola deveria ser usado para ajudar na exploração e manipulação de conceitos, e torná-los explícitos, compreensíveis e úteis”.

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

Infelizmente, as escassas práticas escolares de laboratório escamoteiam aos estudantes (incluindo na Universidade!) toda a riqueza do trabalho experimental, dado que apresenta montagens já elaboradas, para seu simples manuseamento segundo guias do tipo “receita de cozinha”.

Em consonância ao pensamento dos autores acima citados, Rosito (2000) afirma não haver a possibilidade de aprendizagem de ciências, por meio de atividades experimentais e seguindo linearmente o passo a passo contidos em um roteiro.

Além dos pesquisadores já mencionados, vários outros autores também estabelecem críticas aos roteiros experimentais previamente definidos. Compactuamos com os diferentes autores, ao entendermos que se os alunos seguirem os respectivos roteiros, não raro e

antecipadamente, saberão a resposta a ser encontrada e, caso não encontram o resultado esperado, repetem o procedimento várias vezes.

Nesse processo, o professor não valoriza os erros, “[...] que são tidos como um fator negativo, como se o experimento tivesse sempre que dar certo, ou seja, como se a ciência nunca errasse” (Suart, 2014, p. 72). Esta autora comenta ainda que, ao se confrontar com as situações de erro, o aluno poderia refletir sobre as causas e o porquê o mesmo ocorreu, assim, o erro viria contribuir para a construção de uma concepção de ciência não empirista e simplista, bem como para a aprendizagem do conhecimento científico.

Em geral, os resultados inesperados são atribuídos, tanto por professores quanto por alunos, a reagentes vencidos ou contaminados, vidrarias sujas e/ou falta de destreza no manuseio dos equipamentos/vidrarias nos espaços destinados ao laboratório de Química. Sob essa visão, Camillo e Mattos (2014, p. 129) ressaltam que:

Os alunos têm dificuldade de perceber o que realmente importa nas medidas que estão sendo tomadas e o que poderia ser descartado. Têm dificuldades de estabelecer conexões entre as variáveis envolvidas e acreditam, muitas vezes, que somente uma única medida é suficiente para que se conheça o valor da grandeza que se deseja medir, [...]

A questão do erro do aluno no processo ensino-aprendizagem recebe uma importante contribuição de Bachelard (1996) ao comentar ser surpreendente os professores de ciências não compreendem porque os alunos não os entendem. Isso ocorre, principalmente nas aulas experimentais, pois os professores acreditam que os alunos são capazes de aprender incondicionalmente, por estarem manipulando algo.

Temos o entendimento de que ao se desenvolver um experimento, seguindo estritamente um roteiro, o aluno não desenvolve o raciocínio, apenas realiza o mesmo de maneira mecânica. Se o professor não promover uma discussão sobre os resultados encontrados, sejam eles errados ou certos, pode desenvolver no aluno uma visão empobrecida da ciência. “Nesta concepção o conhecimento científico é obtido daquilo que se observa, pois, a observação é a fonte e a função do conhecimento, por meio da aplicação do método científico” (ROSITO, 2000, p. 200).

Camillo e Mattos (2014, p. 144) fazem a seguinte afirmação:

[...] o objeto experimental não pode ser entendido como uma única fonte de conhecimento, nem tampouco ser aporoblematicamente utilizado como recurso de ensino-aprendizagem de ciências. Isto inclui tomar a própria montagem experimental e suas limitações como objeto de discussão, analisar criticamente os resultados frente a outros experimentos e teorias vigentes não buscando simplesmente, como produto final, uma resposta correta.

De acordo com Pavão e Freitas (2011), a procura por resultados confiáveis e satisfatórios nos experimentos deve ser rigorosa e cuidadosa, porém é importante compreender que não há um método científico único e linear, como seguidamente é proposto. O estudo realizado por Francisco Júnior (2010, p. 199) expõe que:

Instigado por um problema inicial, o investigador planejava e efetuava experimentos, fazia observações cuidadosas, registrava as informações, interpretava e divulgava seus achados, no intuito de entender as explicações e fenômenos similares. Nessa perspectiva científica, o acúmulo de dados possibilita expandir, quando as informações não se chocam, os enunciados gerais, conduzindo às generalizações.

A visão de ciência acima descrita ficou conhecida como método científico e foi atribuído a Francis Bacon (1561-1626) o desenvolvimento daquela forma de pensamento. Para Bacon, o conhecimento inicia-se pela observação sistemática da natureza e, por meio do método indutivo, “obtemos uma conclusão que diz mais do que as proposições iniciais” (MAIA, 1992, p. 39).

Para Santin Filho, et al., (2010), o método científico baconiano sugere que a ciência começa com observações rigorosas e controladas da natureza, tendo por objetivo determinar as propriedades essenciais dos objetos. Por meio desse método, considerado supostamente infalível, seria possível descobrir “como funciona” a natureza.

Como deixamos claro no início do capítulo, os professores apresentam um discurso simplista acerca da experimentação e, de acordo com pesquisadores da área de EC, esse discurso pode ser atribuído a uma visão empirista-indutivista de ciências, denominada também de indutivismo ingênuo. Em consequência dessa compreensão, muitos professores de ciências apresentam visões distorcidas ou deformadas acerca da natureza da ciência. Cachapuz, et al., (2005), no livro *A necessária renovação do ensino das ciências*, apresentam algumas dessas diversas visões e discute suas implicações no EC. Na sequência, apresentamos cada uma delas, por julgarmos importantes não só para discutir os problemas vinculados à experimentação no EQ, (foco da presente pesquisa) mas também no EC da natureza de uma maneira geral.

1. **Visão descontextualizada:** falta clareza nas relações entre ciência e tecnologia e é reforçada pelas concepções individualistas e elitistas da ciência.
2. **Concepção individualista e elitista:** crença de que os resultados alcançados pela ciência são obtidos por um só cientista ou por uma equipe e, tais resultados bastam para verificar ou falsear uma hipótese ou toda uma teoria.

3. **Concepção empiro-indutivista e ateórica:** o elemento central é o método científico que segue passos rígidos e lineares na busca por um resultado, defende o papel da observação e da experimentação “neutra”, “esquecendo o papel essencial das hipóteses como direcionadoras e focalizadoras da investigação e das teorias disponíveis que orientam todo o processo”.

4. **Visão rígida e algorítmica:** confiança de que o método científico seria uma “sequência de etapas definidas em que as “observações” e as “experiências rigorosas” desempenham um papel destacado, contribuindo com a “exatidão e objetividade” dos resultados obtidos” (p. 48).

5. **Visão aproblemática e ahistórica:** na apresentação de conhecimentos já consolidados com frequência, geralmente se ignora quais foram os problemas que estão na sua origem, ou seja, não se leva em conta a história da ciência. “Este esquecimento dificulta captar a racionalidade do processo científico e faz com que os conhecimentos apareçam como construções arbitrárias” (p. 49).

6. **Visão exclusivamente analítica:** não há vinculação do problema abordado com diferentes campos da ciência.

7. **Visão acumulativa:** é uma interpretação simplista da evolução dos conhecimentos científicos ao longo do tempo, pois as teorias consolidadas são apresentadas sem mostrar o processo do seu estabelecimento.

Cachapuz, et al., (2005) alertam que as possíveis visões deformadas destacadas acima, não ocorrem de maneira individual, ou seja, elas acontecem de forma integrada. Por exemplo, a visão individualista apoia a ideia de descobrimento, contribuindo para uma visão descontextualizada da ciência.

Como consequências, tais deformações podem trazer prejuízo para o EC. Nesse sentido, Harres (2000, p. 56) destaca,

- ênfase na transmissão do conhecimento concebido de forma acabada, não dinâmica, cópia fiel da realidade e plenamente verificável;
- uso frequente de estratégias envolvendo a experimentação orientada para a ‘redescoberta’, para a indução e para a demonstração de leis e princípios;
- aplicação acrítica do ‘método científico’ como objetivo de ensino;
- desconsideração do caráter evolutivo, especulativo e humano do conhecimento científico.

A análise apresentada pelo referido autor é compartilhada por nós, pois se tais condutas forem assumidas na prática, teremos um ensino que não contribui para a formação crítica dos estudantes. Não é tarefa fácil promover o desenvolvimento de uma atividade experimental desafiadora que coloque os alunos diante de uma situação para despertar a

imaginação e o raciocínio. Como afirma Costa (2000, p. 97), “um experimento pensado e planejado é trabalhoso”. Para a realização desta tarefa, não basta que o professor tenha acesso a muitos materiais e um laboratório equipado, mas segundo Krasilchik, (2004, p. 86):

O envolvimento do aluno depende da forma de propor o problema e das instruções e informações fornecidas pelo professor aos estudantes. O mesmo assunto pode ser usado em um exercício que apenas vise a confirmação de uma teoria, ou usado como objeto de pesquisa.

A autora argumenta que independentemente de qualquer tipo de exercício, o mesmo deverá ser seguido de uma discussão geral dos resultados obtidos, pois tão prejudicial como não dar aulas práticas, é fazê-lo de maneira desorganizada, reduzindo a atividade apenas a uma manipulação do equipamento, sem nenhum raciocínio. Dessa forma, os alunos desenvolvem uma visão deformada do significado da experimentação no trabalho científico.

Para Rosito (2000), aprender ciências implica em praticar ciências e, esta resulta numa atividade reflexiva. Assim:

As atividades experimentais devem ter sempre presente a ação e reflexão. Não basta envolver os alunos na realização de experimentos, mas também procurar integrar o trabalho prático com a discussão, análise e interpretação dos dados obtidos (p. 203).

A experimentação é essencial para um bom EC e, disso não restam dúvidas, porém nem sempre há a garantia de mais aprendizagem pelos alunos nessas aulas do que em aulas teóricas expositivas. Suart (2014, p. 72) comenta que:

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

Conforme os estudos de Silva e Zanon (2000, p. 126), entre os professores impera a “visão simplista de que a experimentação contribui automaticamente para a melhora das aulas de ciências e para a aquisição do conhecimento científico por parte dos alunos”. Para as referidas autoras, as aulas experimentais não asseguram, por si só, o estabelecimento de relações entre a teoria e a prática. No entanto, os experimentos possuem a potencialidade de “ajudar os alunos a aprender através do estabelecimento de inter-relações entre os saberes teóricos e práticos inerentes aos processos do conhecimento escolar em ciências” (SILVA; ZANON, 2000, p. 134).

Rosito (2000, p. 197) concorda com o exposto acima ao mencionar que:

[...] as atividades experimentais não devem ser desvinculadas das aulas teóricas, das discussões em grupo e de outras formas de aprender. O que foi

exposto em aula e o que foi obtido no laboratório precisa se constituir como algo que se complementa. Às vezes, isto pode parecer difícil, mas esta unidade é fundamental, pois as atividades experimentais realizadas sem integração com uma fundamentação teórica não passam de ativismo.

Consoante com o exposto anteriormente, Costa (2000, p. 97) expõe que “a atividade experimental é mais uma oportunidade para romper com o senso comum e, portanto, seus resultados não podem conduzir ao óbvio, simplesmente, aquilo que os alunos já esperavam”. Para a mesma autora, o professor, no laboratório, deve procurar defender seus alunos da sedução da facilidade, questionando-lhes acerca de possibilidade de resultados antes de fornecer-lhes todas as respostas, ou seja, deve-se manter uma dúvida.

A partir do momento em que o aluno passa a desenvolver uma atividade prática-experimental, proposições são feitas e, diante de uma dada situação-problema, ele poderá identificar possíveis estratégias para resolvê-la; selecionar e utilizar instrumentos adequados de verificação; propor modelos explicativos; estabelecer relações entre fenômenos; analisar e interpretar os resultados. (PAVÃO; FREITAS, 2011, p. 77).

Uma atividade experimental, com as características relacionadas por Pavão e Freitas (2011), exige a participação ativa do aluno e configura-se como uma experimentação investigativa. Esta será o objeto em discussão com maior ênfase ainda na apresentação do presente.

Um trabalho que merece destaque quando se trata de experimentação no ensino é o de Gonçalves e Marques (2006), intitulado: *Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no EQ*. Este teve como objetivo problematizar a experimentação na formação inicial de professores de química. Assim, os autores analisaram 38 artigos publicados no período de 1995 a 2003, da seção *Experimentação no EQ* da *Revista Química Nova na Escola (QNEsc)*, com a intenção de compreender as características dos discursos sobre as atividades experimentais contidas nos referidos textos. Como resultados, encontraram seis categorias: 1. Crença na motivação; 2. Dimensão epistemológica da experimentação no ensino; 3. Contexto; 4. Condições materiais: o alicerce no alternativo; 5. Conteúdos: para além do conceitual; 6. Conteúdos: mostrar a relevância do que se aprende.

Assim para os pesquisadores Gonçalves e Marques (2006, p. 235),

[...] é preciso refletir acerca dos entendimentos sobre a natureza epistemológica da experimentação de tal modo que a realização de atividades experimentais contribua para enriquecer o conhecimento discente a respeito do papel da experimentação na produção do conhecimento científico.

Nessa mesma linha de pensamento, os PCN afirmam que ao contrário das experiências conduzidas pelos cientistas, os experimentos desenvolvidos na escola possuem função pedagógica (BRASIL, 1998).

Concordamos sobre a relevância de se entender a natureza epistemológica da experimentação, pois tal entendimento vai possibilitar ao aluno compreender o papel do experimento na produção de conhecimento.

Portanto, para que ocorra uma mudança significativa na concepção dos professores (empírico/indutivista) sobre o papel das atividades experimentais, é preciso que se discuta sobre a natureza epistemológica da experimentação nos cursos de licenciatura. Complementando essa questão, Galliazzi e Gonçalves (2004, p. 326) defendem

[...] a necessidade de discutir a experimentação como artefato pedagógico em cursos de química, pois alunos e professores têm teorias epistemológicas arraigadas que necessitam ser problematizadas, pois de maneira geral, são simplistas, cunhadas em uma visão de ciências neutra, objetiva, progressista.

Compactuamos com o pensamento desses autores sobre a importância de se propiciar discussões a respeito da função pedagógica dos experimentos nos cursos de licenciatura. Somente assim, poderemos formar professores com visões condizentes às teorias construtivistas de ensino, entendendo a ciência como uma construção humana em constante evolução.

Em contraposição à experimentação tradicionalista, ou seja, aquela baseada em roteiros e resultados previamente definidos, que não valoriza o erro do aluno e ainda como função exclusiva de comprovar teorias, vários autores, como: Carvalho, 2013; Suart, 2014; Kasseboehmer, et al., 2015, defendem a experimentação investigativa. Isso ocorre numa aula experimental porque não basta o aluno manipular vidrarias e reagentes, o mesmo deve antes de tudo manipular ideias (problemas, dados, teorias, hipóteses, argumentos). “O aluno deve ser engajado não apenas num trabalho prático, manual, mas principalmente intelectual” (SOUZA, et al., 2013, p. 13). É preciso integrar a ação com a reflexão.

No segmento dessa perspectiva, a prática dos experimentos pode possibilitar a compreensão da natureza da ciência e dos seus conceitos, bem como auxiliar no desenvolvimento de atitudes científicas. Isso contribuirá para despertar o interesse pela ciência, pois em atividades experimentais com abordagem investigativa, o aluno é colocado frente às situações-problema adequadas e, estas vão propiciar-lhe a construção do conhecimento (FERREIRA, et al., 2010). Nesse processo, o aluno possui um papel ativo em sua aprendizagem, enquanto ao professor cabe orientá-lo na busca de soluções para o problema.

Portanto, o desenvolvimento de atividades experimentais investigativas pode ser uma das maneiras efetivas de envolver o aluno na busca do conhecimento científico. De acordo com Vieira (2012, p. 21), essa busca de respostas se dá “a partir de problemas reais e culturalmente relevantes, a partir de experimentos inspirados pelas próprias discussões em sala de aula”.

O planejamento de uma atividade experimental com tais características, segundo Souza, et al., (2013), exige a atenção do professor para alguns aspectos, como: aos objetivos pedagógicos concedidos pelo professor à atividade, à sugestão de um problema que possa despertar o interesse dos alunos, que seja adequado para tratar os conteúdos a serem ensinados e, ao fornecimento de fontes confiáveis de informação para auxiliar os alunos no desenvolvimento da atividade. Destarte:

O grande desafio nesse tipo de atividade é saber planejar questões que auxiliem o aluno a tratar os dados (estabelecer relações, testar uma hipótese, elaborar conclusão, julgar a plausibilidade da conclusão, etc.), promovendo o desenvolvimento de habilidades cognitivas de alta ordem (SOUZA, et al., 2013, p. 15).

As atividades experimentais investigativas devem ser utilizadas como orientação, além de dar suporte aos alunos ao pesquisarem problemas oriundos do seu cotidiano. Nessa abordagem, a educação científica valoriza o entendimento dos conteúdos, dos valores culturais, da tomada de decisões relativas ao cotidiano e à resolução de problemas. Essa atividade visa despertar no aluno o gosto pela ciência, estimulando-lhe a curiosidade e a busca do conhecimento pela investigação. Entendemos que, dessa forma, os alunos poderão desenvolver as competências necessárias para resolver os problemas surgidos no seu dia a dia.

As atividades experimentais investigativas partem de uma situação problema, de interesse do aluno a fim de que este se motive e veja necessidade em aprender o conteúdo a ser desenvolvido. Este problema, no entanto, não deve ser de difícil resolução, de modo que o estudante desista de investigá-lo (SUART, 2014, p. 74).

Concordamos com a autora quanto ao problema proposto não ser muito complexo. O mesmo deve manter o interesse do aluno em investigá-lo, ou seja, persistir em sua resolução, pois assim chegará à construção do seu próprio conhecimento.

Segundo Kasseboehmer (2015), as investigações sugeridas aos alunos podem ser diferenciadas em dois tipos: problematizando uma situação para que o aluno compreenda o fenômeno. Nesse caso, o mesmo elabora uma explicação para a ocorrência daquele fenômeno, utilizando-se de conceitos científicos. No outro tipo de investigação, os alunos são chamados a apresentar sugestões de procedimento para solucionar um problema proposto. Nessa

situação, o professor precisa oferecer aos alunos pistas que possam ser utilizadas ao longo da resolução.

É do professor a tarefa de optar por um desses dois caminhos citados, porém deve ter claros os seus objetivos e, ao longo da atividade, possa estimular a participação dos alunos na investigação, desempenhando um papel ativo na busca pela solução do problema proposto. Segundo Souza, et al., (2013, p. 14), o professor é o orientador desse processo:

[...] no qual incentiva os alunos a participar, indica ou fornece informações necessárias, questiona os encaminhamentos dados pelos estudantes na busca de soluções para o problema, auxilia-os na elaboração de procedimentos e na análise dos dados.

Uma atividade experimental pode ter diferentes graus ou níveis de abertura. Os níveis de abertura são uma forma de organizar o grau de envolvimento dos alunos e do professor em uma atividade investigativa. Esse envolvimento pode ser muito simples ou de nível 0, não oferecendo nenhum grau de dificuldade aos alunos, visto ser o professor o autor de todo o processo. No nível 3, a investigação é mais complexa, considerando ser o aluno quem elabora o problema, propõe o procedimento para testar suas hipóteses e elabora suas conclusões. Vale ressaltar que todo esse processo é realizado com o auxílio do professor. No quadro 1, a seguir, apresentamos quatro níveis de investigação para as atividades experimentais.

Quadro 1 – Níveis de investigação no laboratório de ciências.

Nível de investigação	Problemas	Procedimentos	Conclusões
Nível 0	Dados	Dados	Dados
Nível 1	Dados	Dados	Em aberto
Nível 2	Dados	Em aberto	Em aberto
Nível 3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Fonte: Borges (2002, p. 306).

Esses níveis de investigação (ou diretividade) foram discutidos no trabalho desenvolvido por Gondim e Mól (2007). Os pesquisadores realizaram um estudo com licenciandos ingressantes no curso de Licenciatura em Química da UnB em Brasília, matriculados na disciplina de Laboratório de Química Fundamental. Os licenciandos envolveram-se no desenvolvimento de 10 experimentos e, naqueles experimentos foram empregados diferentes níveis de diretividade. Como resultados daquele estudo, os referidos pesquisadores identificaram que não havia um roteiro pré-definido, a princípio, licenciandos julgaram-se perdidos. No entanto, ao longo do desenvolvimento do curso, os mesmos desenvolveram mais autonomia e motivação para a resolução dos problemas propostos. Ainda

observaram que os experimentos com maior nível de diretividade eram aqueles mais desafiantes e motivadores para os estudantes.

Nosso ponto de vista acerca da experimentação é que a mesma pode ser caracterizada enquanto um excelente recurso didático no EC. Mesmo assim, consideramos a necessidade de superar muitos obstáculos para que sejam atingidos seus verdadeiros objetivos pedagógicos.

A mudança de postura de um professor “respondedor de perguntas” para a ser o orientador, requer que, ao nosso entendimento, durante o curso de graduação, os licenciandos tenham oportunidades de discutir o papel da experimentação no EC e na ciência. Segundo os autores Suart (2014) e Moraes (2000), há falhas na formação inicial, representando uma séria limitação para a utilização da experimentação em suas aulas. É urgente a necessidade dar-lhes oportunidades para refletirem criticamente acerca das metodologias levadas à sala de aula.

Concordamos com Mesquita e Soares (2011, p. 173) ao afirmarem que “professores de ciência malformados podem significar o distanciamento do ideal de AC da população no contexto da escola”. Pois, atualmente o professor é responsável por auxiliar os estudantes na construção dos saberes, mas também na formação cidadã, buscando uma vivência mais digna na sociedade (QUADROS; MORTIMER, 2018).

Diante do exposto acima, propõe-se uma nova educação escolar, visando levar o aluno a aprender significativamente, aplicando os conhecimentos estudados em situações do dia a dia. Para que isso ocorra, é preciso mudar a postura do professor. Ao nosso ver, esta mudança somente ocorrerá se a formação inicial for repensada. No entanto, concordamos com Maldaner (2000) ao argumentar que para a formação de um bom professor é preciso mais do que reestruturação curricular. Segundo Freire e Faundez (1985, p. 91), “não teremos uma nova educação se não tivermos uma educação em constante renovação”.

Acreditamos que a universidade como produtora de conhecimento, precisa orientar os licenciandos para tais mudanças, pois muito se tem exigido do profissional da educação. Com isso, há a necessidade de ser feita uma revisão de sua prática, com vistas a atender as transformações do mundo. Portanto, é necessário que nos cursos de licenciatura sejam promovidas reflexões sobre os aspectos da profissão de professor, no sentido de compreender suas possibilidades e limitações.

São vários os autores que têm se dedicado à formação inicial de professores. Dentre estes, destacamos: Wartha e Gramacho (2010), Carvalho (2012), Ferreira e Kassebohemer (2012), Quadros e Mortimer (2018). Todos os autores mencionados reforçam a necessidade dos licenciandos desenvolverem atividades mais abertas, que possibilitem relacionar a teoria com a prática. Essa estratégia é importante, pois a partir desse ponto, os licenciandos poderão

vir a desenvolver atividades com o respectivo enfoque quando se tornarem professores. Esse pensamento descrito leva-nos a concordar com Borges, (2002, p. 307) ao afirmar que “Os licenciandos precisam exercitar o planejamento, a preparação e a execução de atividades mais abertas, se desejamos que eles venham a adotá-las em suas aulas no futuro”.

De acordo com Vasconcelos (2005), é muita frequência, professores que em sua prática pedagógica atual, resumem uma aula da seguinte forma: apresentam um conteúdo; resolvem algumas atividades como modelo e propõem uma série de exercícios para os estudantes resolverem. “Talvez não seja demais recordar que não basta a apresentação de uma informação a um indivíduo para que ele aprenda, mas que também é necessário que a construa mediante sua própria experiência interna” (CARRETERO, 1997, p. 42).

Nesse contexto, Carretero (1997) afirma que na visão tradicional o ensino se fundamenta na ideia de transmissão de conhecimento do professor ao aluno. Nesse caso, não há ligação entre aquilo que ele sabe e os conteúdos que está aprendendo. Conforme destacam Quadros e Mortimer (1998, p. 29), “o conteúdo trabalhado em sala de aula é transferido do quadro de giz para o caderno do estudante, não passando pela cabeça do professor, nem dos estudantes”.

Em consonância com esse pensamento, Behrens (2013) enfatiza que as metodologias adotadas pelos professores, de maneira geral, restringem-se à reprodução do conhecimento, a cópia e a imitação. Desse modo, os alunos são levados a cumprir tarefas repetitivas, não apresentando, na maioria das vezes, sentido algum a eles.

Comumente, pessoas que passaram pela escola básica relatam uma visão da química como uma disciplina de difícil aprendizado, pois em suas recordações há várias regras e fórmulas que decoraram mesmo sem entender o sentido do assunto em questão. Este método de ensinar fragmentando conteúdos, memorizando fórmulas e regras de nomenclaturas, bem como a ênfase em cálculos matemáticos não aproxima os conteúdos ensinados ao cotidiano dos alunos. Dessa maneira, a química ensinada tanto no EM, quanto na universidade, está muito distante da realidade dos alunos.

Portanto, para que um professor se torne um mediador do conhecimento, deixando de lado as aulas expositivas baseadas na memorização, é preciso que ele tenha uma boa formação em química, além do conhecimento de conteúdos didático-pedagógicos.

Para Ferreira e Kassebohemer (2012, p. 12), “[...] é imprescindível que o professor domine a área de conhecimento com a qual pretende trabalhar para conduzir sua exposição com segurança”. Porém, os autores alertam que os licenciandos ao tornarem-se professores, não podem se limitar no ensino baseado na reprodução das aulas na universidade, é preciso

desenvolver a reflexão crítica. Maldaner (2000, p. 74) tece a seguinte opinião a respeito do exposto: “É isto que mantém o círculo vicioso de um péssimo EQ em nossas escolas”.

Veiga e Viana (2010, p. 19) concordam com os autores acima citados ao afirmarem ser “a docência é uma atividade que exige vários conhecimentos e aprendizagens ao longo da prática educativa, bem como o domínio dos conhecimentos específicos do campo científico no qual se situa a disciplina” e apontam a necessidade de uma ruptura epistemológica. Isso, porque os professores não abrem mão daquilo pensado para ensinar e, enquanto acreditarem que a Ciência é um conjunto de verdades descobertas por cientistas e que aprender ciência é memorizar ou repetir essas verdades ou partes delas, o ensino será focado na repetição e isento de reflexão (MALDANER, 2000). Para tanto, Pereira (1999, p. 114) argumenta que:

[...] não basta o domínio de conteúdos específicos ou pedagógicos para alguém se tornar um bom professor, também não é suficiente estar em contato apenas com a prática para se garantir uma formação docente de qualidade. Sabe-se que a prática pedagógica não é isenta de conhecimentos teóricos e que estes, por sua vez, ganham novos significados quando diante da realidade escolar.

Segundo Piconez (2012, p. 19), “a defasagem existente entre conhecimentos teóricos e trabalho prático é uma constatação teórica e empírica”. Ou seja, os licenciandos percebem desde o primeiro contato com as escolas, no momento do estágio supervisionado, por exemplo, que as teorias por eles estudadas são vazias de realidade. Dessa forma, as mesmas não explicam a prática.

Maldaner (2000) argumenta que saber os conteúdos de Química para aplicar num contexto de química é diferente de compreender conteúdos químicos e transferi-los para um contexto de mediação pedagógica. De acordo com Veiga e Viana (2010), o domínio da matéria exige, além da compreensão do conteúdo, também o conhecimento didático próprio da disciplina que o professor ministra e o conhecimento experimental.

Há uma constante exigência em relação ao profissional da educação para compreensão da natureza dinâmica de sua profissão, bem como suas possibilidades e limitações. Por isso, é imprescindível que o mesmo desenvolva uma “atitude crítico-reflexiva, construindo formas de ser e de agir necessárias para o desenvolvimento pessoal, profissional e institucional” (VEIGA; VIANA, 2010, p. 19).

“Todo ser humano reflete. Aliás, é isso que o diferencia dos demais animais. A reflexão é atributo dos seres humanos” (Pimenta e Ghedin, 2012, p. 22). A autora citada complementa que só a reflexão não basta, é necessário também que o professor seja capaz de tomar posições concretas para reduzir problemas. Isso pode ser contemplado em um

treinamento oferecido ao professor, de maneira a tornar-se reflexivo, assim o “mercado” do conceito entende a reflexão como superação dos problemas cotidianos vividos na prática docente. Piconez (2012, p. 64) compactua com esse pensamento, ao afirmar que a

[...] formação ficou reduzida à aquisição de instrumentos que viabilizam a transmissão de conteúdos selecionados pelo sistema educacional. Por isso desapareceu em grande parte a preocupação de dar ao professor condições sociais de reelaborar com os alunos o conhecimento crítico voltado para a criação de uma “nova” cultura e para a transformação das condições sociais de existência, deixando perder-se o seu papel de educador.

A elevação do patamar de qualidade da atuação profissional dos professores exige ações em diferentes frentes, entre as quais, destacamos a de melhorar a formação inicial e o processo de aperfeiçoamento, pois precisam ser permanentes. Para reforçar esse pensamento, Veiga e Viana (2010, p. 25) comentam que “as instituições de educação superior têm que estimular inovações na formação dos docentes e provocar mudanças na sua organização estrutural”.

Os cursos deveriam enfatizar os conteúdos que o professor teria que ensinar; proporcionar sólida compreensão dos conceitos fundamentais, familiarizar o professor com o processo de raciocínio que subjaz à construção dos conhecimentos; ajudar os futuros professores a expressar seu pensamento com clareza; permitir conhecer as dificuldades previsíveis que os alunos encontrarão ao estudar tais matérias etc. (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011, p. 71).

Contudo, as disciplinas que contribuem para a formação do professor em diferentes áreas estão carregadas de conteúdos informativos, não preparando os alunos dos cursos de licenciatura adequadamente para a prática pedagógica. Tais disciplinas são planejadas e executadas por professores que, certamente, possuem determinadas concepções a respeito da ciência e de educação. Na maioria das vezes, não há integração entre as disciplinas de conteúdo químico e aquelas de conteúdo pedagógico, pois geralmente ficam para o final do curso. Nessa mesma linha de pensamento, Silva e Schnetzler (2008, p. 2175) apontam que:

Isso significa que as disciplinas de conteúdo químico específico seguem seu curso independente e isolado das disciplinas pedagógicas e vice-versa. É sobretudo, essa dicotomia ou falta de integração disciplinas que caracteriza o modelo de formação docente nos cursos de licenciatura em química, posto que usualmente são pautados na racionalidade técnica.

De acordo com a visão da racionalidade técnica, “o professor é concebido como um técnico, um especialista que rigorosamente põe em prática as regras científicas e/ou pedagógicas” (PEREIRA, 2014, p. 35). Os comentários deste autor referem-se às principais críticas ao modelo norteador da dicotomia entre a teoria e a prática e a noção de que a sala de aula é o local de aplicar os conhecimentos teóricos. Outro grande equívoco do específico

modelo consiste na crença que para ser bom professor, é necessário o mesmo dominar o conteúdo específico da disciplina a ser ensinado (PEREIRA, 1999).

Em oposição ao modelo apresentado anteriormente, nasce no início do século XX, a racionalidade prática, tendo como princípios o trabalho de Dewey. De acordo com essa concepção, “a prática não é apenas *locus* da aplicação de um conhecimento científico e pedagógico, mas espaço de criação e reflexão em que os novos conhecimentos são gerados e modificados constantemente” (PEREIRA, 1999, p. 113).

Há ainda o modelo da racionalidade crítica, que trata o professor como pesquisador da sua própria prática. Segundo Pereira (2014, p. 39) neste modelo:

[...] a educação é historicamente localizada – ela acontece contra um pano de fundo sócio-histórico e projeta uma visão do tipo de futuro que nós esperamos construir -, uma atividade social – com consequências sociais, não apenas uma questão de desenvolvimento individual -, intrinsecamente política – afetando as escolas de vida daqueles envolvidos no processo – e finalmente - problemática.

Dessa forma, o professor é visto como uma pessoa que possui visão política, social e histórica a respeito de sua prática, tendo assim mais condições de levantar problemas e estabelecer um processo democrático e centrado no aluno.

Echeverría, et al., (2010) afirmam ser a discussão em torno da formação inicial do licenciando uma tarefa que vai além da organização de disciplinas, é preciso modificar o conteúdo curricular dos cursos de licenciatura, inserindo estudos sobre a profissionalização do trabalho docente, a natureza da ciência, o papel da experimentação no ensino, entre outros. Embora esses assuntos sejam tratados em pesquisas acadêmicas há tantos anos, os mesmos não são incorporados ao cotidiano das licenciaturas.

Concordamos com Pereira (1999, p. 118) ao declarar “que as universidades devem assumir a formação do “professor investigador”, um profissional dotado de uma postura interrogativa e que se revele um pesquisador de sua própria ação docente”. Ou seja, para o referido autor, os professores são profissionais reflexivos e, constantemente avaliam sua prática pedagógica.

Na próxima seção, apresentamos os percursos teórico-metodológicos adotados neste estudo.

2 PERCURSO TEÓRICO-METODOLÓGICO

A presente seção contempla a exposição do percurso teórico e metodológico delineado para a elaboração da pesquisa. Tratamos da metodologia de base em conformidade com a obtenção de dados resultantes dos depoimentos dos licenciandos colaboradores e comprometidos nessa investigação proposta; evidenciamos os passos metodológicos para a efetivação dos encontros presenciais com todos os envolvidos, bem como, expusemos o curso ministrado, além da descrição do contexto de formação inicial em química.

Adotamos uma metodologia de pesquisa qualitativa no trabalho, por ser uma fundamentação teórico-metodológica, que não se quantifica com dados matemáticos, mas sim com a subjetividade. A abordagem adotada, “[...] aprofunda-se no mundo dos significados das ações e relações humanas, um lado não perceptível e não captável em equações, médias e estatísticas” (MINAYO, 1994, p. 22).

Para Flick (2009), a pesquisa qualitativa dirige-se à análise de casos concretos em suas especificidades locais e temporais, sempre partindo das expressões e atividades das pessoas em seus ambientes. O respectivo autor ainda argumenta que “a pesquisa qualitativa torna-se um processo contínuo de construção de versões da realidade” (FLICK, 2009, p. 27). A pesquisa qualitativa apresenta uma característica marcante, pois “se caracteriza pela utilização de múltiplas formas de coleta de dados” (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSZNAJDER, 2004, p. 164).

Os instrumentos de coleta de informações adotados na realização dessa pesquisa foram: questionários, tarefas realizadas pelos licenciandos, notas de campo e transcrições de áudio. A denominação notas de campo compreende os relatos escritos pelos licenciandos, relatos estes referentes às visitas realizadas ao laboratório de pesquisa.

Conforme os apontamentos de Gil (1999, p. 128, apud CHAER, et al., 2011, p. 260), o questionário pode ser definido “como a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc.”.

Ao elaborarmos um questionário, objetivando seu uso em uma pesquisa qualitativa, duas precauções devem ser tomadas: a primeira refere-se à formulação de questões mais objetivas, pois são mais fáceis de caracterizá-las; a segunda relaciona-se à linguagem e, esta,

necessariamente, precisa ser de fácil entendimento para garantir a clareza ao leitor daquilo que está sendo perguntado.

As notas de campo são anotações coletadas durante uma observação e precisam estar de acordo com o objetivo da pesquisa. Por isso, o pesquisador precisa ter clareza sobre o que deve ser observado e anotado. Para Marconi e Lakatos (2014, p. 111), na observação “utiliza-se os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Não consiste apenas em ver e ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos que se deseja estudar”.

O desenvolvimento da presente pesquisa contou com a participação de um grupo de seis licenciandos, questionados em diferentes momentos, tiveram a oportunidade em manifestarem suas ideias acerca de temas discutidos no curso. Dessa forma, o mesmo foi considerado como um grupo focal.

Um grupo focal pode ser compreendido enquanto uma entrevista é realizada com várias pessoas, também chamada de entrevistas de grupo ou discussões em grupo. Na situação acima descrita, os participantes são deixados à vontade durante as discussões, de modo poder estar “facilitando que os membros contribuam abertamente com suas experiências e opiniões” (FLICK, 2009, p. 188). É comum os participantes ficarem acanhados ao exporem suas ideias, porém em pouco tempo acabam interagindo com os demais e o grupo focal se transforma em uma roda de conversa. Assim “[...], o entrevistador, muitas vezes chamado de moderador, é o catalisador da interação social (comunicação) entre os participantes” (BAUER; GASKELL, 2005, p. 75). Segundo os referidos autores, a discussão é liderada pelo moderador, pois o mesmo precisa ser algo mais que um facilitador do debate, ou seja, deve encorajar ativamente todos os participantes a falar e a responder aos comentários, bem como as observações dos outros membros do grupo.

Os estudos de Flick (2009) sugerem que os moderadores devem criar um clima liberal, um espaço aberto, contribuindo para que os membros se manifestem abertamente com suas experiências e opiniões. “A principal tarefa do entrevistador é impedir que participantes individuais ou grupos parciais dominem com suas contribuições, a entrevista e, conseqüentemente, todo o grupo” (FLICK, 2009, p. 181). Assim, o respectivo autor alerta que o moderador precisa estimular os membros com comportamento mais reservado a emitirem suas opiniões, na tentativa de obter respostas de todo o grupo.

Algumas características importantes do grupo focal são destacadas por Bauer e Gaskell (2005) e Flick (2009), a saber: “as pessoas nos grupos estão mais propensas a acolher novas ideias e a explorar suas implicações” (BAUER; GASKELL, 2005, p. 76), ou seja, no grupo focal os participantes consideram os pontos de vista uns dos outros para formularem

suas respostas, comentando tanto suas experiências como as dos demais. Por outro lado, ainda em consonância com os estudos de Flick (2009, p. 182), em um grupo focal

[...] as opiniões são produzidas, manifestadas e trocadas na vida cotidiana. Outra característica das discussões de grupo é que as correções por parte do grupo – no que diz respeito a opiniões que não estejam corretas, que não sejam socialmente compartilhadas ou que sejam radicais – são disponibilizadas como um meio de validar enunciados e pontos de vista, o grupo transforma-se em uma ferramenta para a reconstrução de opiniões individuais de forma mais apropriada.

Segundo o autor acima citado, o grupo focal, em relação a entrevistas individuais, oferece algumas vantagens, como: baixo custo e riqueza de dados, pelo fato de que durante as discussões do grupo, um participante estimula o outro a responder e lembrar-se de acontecimentos, bem como a capacidade de cada respondente ir além dos limites das respostas de um único entrevistado.

Com base nos autores mencionados, entendemos que, durante uma entrevista individual, o entrevistador não consegue manter uma relação de confiança com o entrevistado pelo fato de não se estabelecer um tempo de convívio, por se encontrarem em uma única ocasião. Isso poderia levar o entrevistado não ser tão sincero ao responder.

[...] tenta-se coletar os dados dentro de um contexto e criar uma situação de interação mais próxima da vida cotidiana do que permite o encontro (normalmente único do entrevistador com o entrevistado ou narrador (FLICK, 2009, p. 180).

Para Flick (2009), esse método é normalmente combinado a outros. Salientamos que, nessa pesquisa, lançamos mão de vários instrumentos (além do grupo focal, cerne da coleta de informações), como: as transcrições geradas das gravações dos encontros, os questionários, as notas de campo e as tarefas realizadas pelos licenciandos ao longo do curso.

As informações obtidas por meio dos instrumentos mencionados foram analisadas de acordo com os pressupostos da Análise Textual Discursiva (ATD). (MORAES; GALIAZZI, 2006).

Escolhemos a ATD, por se tratar de uma metodologia de análise de natureza qualitativa, cuja finalidade está na produção de novas compreensões sobre fenômenos e discursos. A ATD objetiva-se em compreender os argumentos, organizando-os em torno de quatro focos: desmontagem de textos, estabelecimento de relações, captando o novo emergente e um processo auto organizado.

1. Desmontagem dos textos: consiste no exame detalhado do material que será analisado para fragmentá-lo no sentido de atingir unidades menores (unitarização). Na compreensão de Moraes e Galiazzi (2007), todo texto possibilita uma multiplicidade de

leituras por várias razões: em função das intenções dos autores, dos referenciais teóricos dos leitores e dos campos semânticos em que se inserem. Seguindo o pensamento dos respectivos autores, a ATD torna-se um exercício de elaborar sentidos.

As unidades de significado surgem do processo de desconstrução do texto, ou seja, o mesmo consiste na desmontagem para conseguir perceber os sentidos dos textos. Para Moraes (2003, p. 195) há três momentos da unitarização:

- fragmentação dos textos e codificação de cada unidade;
- reescrita de cada unidade de modo que assumam um significado o mais completo possível em si mesma;
- atribuição de um nome ou título para cada unidade produzida.

Nesse momento do processo, o pesquisador precisa ter muito envolvimento com o *corpus* da pesquisa, pois esse procedimento cria uma desorganização, dificultando uma nova compreensão de resultados. Aquele necessita reunir as unidades de significado objetivando formar um conjunto mais complexo de informação, criando assim condições de estabelecer categorias que representem algum aspecto generalizável das manifestações dos investigados.

2. Estabelecendo relações/categorização: Moraes e Galiazzi (2007, p. 22) estabelecem o termo categorizar como sendo “um processo de comparação constante entre as unidades definidas no momento inicial da análise, levando a agrupamentos de elementos semelhantes”. À medida em que se constroem as categorias, elas precisam ser nomeadas e definidas com maior precisão, pois constituem os elementos de organização do metatexto que a análise pretende escrever.

3. Captando o novo emergente: partindo da unitarização e categorização do *corpus* da pesquisa é que se constrói o objeto de análise, o metatexto

Nesse processo constroem-se estruturas de categorias, que ao serem transformadas em textos, encaminham descrições e interpretações capazes de apresentarem novos modos de compreender os fenômenos investigados (MORAES; GALIAZZI, 2007, p. 89).

De acordo com os autores citados, a validade e confiabilidade dos resultados de uma análise são construídos ao longo do processo e encaminham para metatextos válidos e representativos dos fenômenos investigados.

4. Processo auto organizado: ao explicitar as categorias e relacioná-las, cria-se uma desordem e “o movimento da desordem em direção a uma nova ordem, a emergência do novo a partir do caos, é um processo auto-organizado e intuitivo” (MORAES, 2003, p. 208).

O conjunto de documentos analisados, segundo Moraes e Galiazzi (2007), denomina-se *corpus* da pesquisa e

[...] é constituído essencialmente de produções textuais. Os textos são entendidos como produções linguísticas, referentes a determinado fenômeno e originadas em um determinado tempo e contexto. São vistos com produções que expressam discursos sobre diferentes fenômenos e que podem ser lidos, descritos e interpretados, correspondendo a uma multiplicidade de sentidos que a partir deles podem ser construídos (MORAES; GALIAZZI, 2007, p. 16).

Na presente pesquisa, o *corpus* constitui-se de todos os dados coletados com produções textuais, transcrições de gravações realizadas durante os encontros, além de relatos e questionários.

Para o desenvolvimento dessa pesquisa, um projeto descritivo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (COPEP) em março de 2016. O mesmo foi aprovado em 01 de junho de 2016, conforme o CAAE nº 57169316.1.0000.0104. Após a aprovação do projeto de pesquisa, foi elaborado um curso de extensão intitulado *O Papel da Experimentação no Ensino de Química*, contexto para o desenvolvimento da pesquisa, envolvendo licenciandos do segundo ano do curso de licenciatura em química, período noturno da Universidade Estadual de Maringá/Paraná (UEM).

O primeiro contato com os alunos aconteceu em uma aula da disciplina de Instrumentação para o Ensino de Química I, às sextas-feiras nos últimos horários. Local e momento, nos quais a pesquisadora divulgou o curso de extensão e fez o convite. Ao todo, dez licenciandos demonstraram-se interessados e assinaram uma lista, registrando também seus números de telefone e endereço eletrônico. Os respectivos licenciandos foram contatados para uma reunião prévia, realizada na sala 126 do bloco E-90. Naquela reunião, foram especificados a duração, o horário de realização e os temas que seriam desenvolvidos no curso em pauta. Cientes de todos os detalhes do curso em questão, sete licenciandos manifestaram vontade em colaborar com a pesquisa. Os demais, por incompatibilidade de horário, não puderam participar. Assim, os sete interessados se inscreveram efetivamente no curso. Um dos licenciandos inscritos participou de apenas dos dois primeiros encontros.

O curso ocorreu no período de 11 de julho a 11 de outubro de 2016, abrangendo dez encontros de três horas de duração aproximadamente, cada um. Houve a participação efetiva e na sua totalidade de seis licenciandos. Os encontros semanais foram realizados às segundas-feiras, com início às 14h30min, uma vez que uma das licenciandas trabalhava até as 14h. Por ser um grupo pequeno, sempre que alguém precisava se ausentar, mudávamos o dia e horário para que todos participassem dos dez encontros do curso. A cooperação entre os participantes foi o principal elemento para estabelecer um clima tranquilo durante as reuniões.

A disponibilidade de espaço para a efetivação dos encontros foi uma das dificuldades encontradas no transcorrer da realização do curso. Isso resultou na utilização de três espaços diferentes, ou seja, as salas 126 e 137 do bloco E-90 e também o laboratório de EQ no bloco E-78. No entanto, os licenciandos eram avisados por e-mail acerca do local em que ocorreria o encontro da semana.

Ao iniciarmos o primeiro encontro, percebemos os licenciandos um pouco tímidos quanto à exposição de suas ideias, demonstrando-se desconfiados. Mas à medida em que conseguiram compreender a dinâmica do curso, houve uma boa interação entre os membros do grupo.

Do segundo ao décimo encontro, as discussões foram gravadas em áudio para futura transcrição. Essas gravações resultaram em aproximadamente 18 horas de áudio e foram posteriormente transcritos na íntegra pela pesquisadora, totalizando 317 páginas.

No decorrer dos encontros, os licenciandos ficaram bem à vontade ao exporem suas ideias, debatendo-as com os demais participantes, pois algumas atividades não previstas, após uma roda de conversa, o assunto veio à tona e virou atividade proposta para o próximo encontro, conforme será detalhado mais à frente.

Esse curso proporcionou aos licenciandos a oportunidade de realizarem diversas atividades, até aquele momento ainda não vivenciadas na graduação, tais como: visita aos laboratórios de pesquisa e de análise de combustível, elaboração de questões para entrevistas, execução de experimento com amostra adulterada, planejamento de atividade experimental investigativa, apresentação do plano de aula para debater com o grupo, aplicação de atividade investigativa nas escolas de EM, entre outras. Entendemos que as referidas atividades puderam contribuir de alguma forma na construção de suas identidades docentes.

Por serem iniciantes no curso de licenciatura em química, os licenciandos apresentaram algumas defasagens de conteúdo no momento da elaboração de seus planos de aula, evidenciando assim algumas dificuldades surgidas naquele contexto. A maneira que encontramos para solucionar as dúvidas dos licenciandos foi propor encontros individualizados.

Após a finalização dos encontros propostos no transcorrer do curso, os licenciandos participaram de dois eventos científicos: 1) *IV Encontro Regional de Química da UTFPR Campus Campo Mourão*, em novembro de 2016; 2) *I Encontro de Ensino de Ciências por Investigação* realizado em São Paulo, em maio de 2017. No primeiro evento, cinco dos licenciandos apresentaram resumos referentes as suas propostas, apenas no formato oral. E, no segundo evento, três dos licenciandos apresentaram seus trabalhos, abrangendo 5 painéis

expostos oralmente. A exposição de trabalhos em eventos científicos foi uma experiência de extrema importância para a formação dos respectivos licenciandos, tanto pela oportunidade de aprofundar seus conhecimentos científicos, como pela interação com profissionais de outras instituições.

De acordo com a pesquisa proposta e a análise das informações, criamos três etapas para descrever as atividades cumpridas pela pesquisadora com os licenciandos em química. As etapas foram efetivadas porque havia uma enorme quantidade de informações geradas pelas transcrições, fundamentadas nas tarefas realizadas pelos licenciandos, notas de campo e questionários e isso dificultaria sua apresentação sem uma segmentação apropriada. A apresentação e avaliação dos resultados dos dez encontros em três grandes etapas, proporcionou a seguinte classificação:

A nossa pesquisa refere-se ao EI, mais especificamente experimentação investigativa. Inicialmente procuramos avaliar as representações sociais dos licenciandos acerca das características de um laboratório de pesquisa (pesquisa). Podemos classificá-la como uma **etapa avaliativa**.

A segunda etapa, a mais longa, refere-se aos diversos momentos e às diversas maneiras de estar em contato com o que se pode chamar experimentação por investigação, e a adoção dessa abordagem no ensino. A etapa contemplou debates em grupo, análise e proposta de experimentos com abordagem investigativa, produção de textos e contato com experimentos investigativos. Podemos classificar tais atividades como referentes à **etapa formativa** dos licenciandos, visando instrumentalizá-los na prática de experimentação por investigação.

A terceira etapa caracterizou-se pela formulação e avaliação, por parte do grupo e mediação da pesquisadora, de propostas de sequências didáticas elaboradas pelos licenciandos e que envolvessem experimentação por investigação. Foram lidos e discutidos roteiros de experimentos diversos e o trabalho foi finalizado com uma proposta de elaboração de atividade didática, a ser levada para escolas de EM. As propostas elaboradas tiveram forte intervenção da pesquisadora, no sentido de lhes conferir qualidade suficiente para serem apresentadas nas escolas escolhidas. Sendo assim, elas não foram objetos de avaliação na presente pesquisa. Podemos classificar as respectivas atividades como pertinentes a uma **etapa propositiva**, possibilitando aos licenciandos construir propostas de experimentação por investigação, com base naquilo feito em atividades anteriores.

É importante ressaltar que as respectivas etapas foram distribuídas pelos dez encontros, cada um deles se iniciando com uma reavaliação daquilo feito anteriormente.

Assim, as fronteiras entre as três etapas listadas anteriormente, nem sempre são claras, inclusive houve momentos de retorno às situações e ideias já discutidas.

O quadro 2 apresenta um resumo de cada etapa, juntamente com uma breve descrição de sua finalidade, material de apoio utilizado e o conteúdo produzido pelos alunos (contidos nos ANEXOS e APÊNDICES). Após o quadro, segue uma descrição mais detalhada de cada etapa.

Quadro 2 – Resumo das etapas desenvolvidas com os respectivos encontros.

	Etapa avaliativa	Etapa formativa	Etapa propositiva
Finalidade	Avaliar concepções prévias dos licenciandos.	Instrumentalizar os licenciandos na adoção de abordagens experimentais por investigação.	Incentivar os licenciandos a reelaborar e propor atividades experimentais de natureza investigativa.
Encontros	1, 2, 3	4, 5, 6, 7	8, 9, 10

Fonte: Elaborado pela autora.

Detalhamos as etapas para a compreensão da pesquisa.

Na primeira etapa, fizemos um levantamento das concepções prévias dos licenciandos sobre o que é importante na prática de um laboratório de pesquisa, incluindo-se aqui a avaliação dos itens e pontos que eles entendiam como importantes a serem observados/verificados nos laboratórios de pesquisa. Essa etapa ocupou o primeiro encontro e parte do segundo encontro. Os relatos trazidos pelos licenciandos fazem parte do *corpus* dessa pesquisa, pois mostram peculiaridades na maneira de ver e pensar deles em relação às atividades de investigação conduzidas na pesquisa (APÊNDICE 1).

Ainda na mesma etapa, no segundo encontro, os licenciandos foram convidados a responder um questionário diagnóstico (APÊNDICE 2). Neste questionário foi solicitado que eles comentassem suas vivências com atividades experimentais e comparassem experimentos conduzidos nos laboratórios de graduação e/ou de EM com aqueles desenvolvidos nos laboratórios de pesquisa.

Cumprido esse item, ainda no segundo encontro, os licenciandos expuseram e debateram com todo o grupo suas observações iniciais sobre a visita aos laboratórios. Eles concluíram que as mesmas não foram eficazes na avaliação do funcionamento. Por conseguinte, eles elaboraram e em grupo, por sugestão nossa, um questionário comum a ser usado numa entrevista com os pesquisadores (alunos de IC, de pesquisa, seus orientadores ou líderes de grupos de pesquisa). As perguntas foram produto de um debate intenso, mediado pela pesquisadora e sua versão final faz parte do *corpus* de nossa pesquisa (APÊNDICE 4),

pois traz concepções comuns ao grupo sobre o que perguntar na avaliação, de modo a conduzir experimentações por investigação, após um primeiro debate.

Daquele ponto em diante, os licenciandos voltaram aos laboratórios para realizar as entrevistas (APÊNDICE 5). As respostas dadas pelos alunos não fazem parte do *corpus* desse trabalho, mas se constituem uma importante fonte de informações acerca das atitudes e concepções que professores e alunos, de IC e pesquisa, têm sobre seu próprio trabalho. Material este que futuramente será objeto de análise detalhada, segundo preceitos da sociologia de laboratório, desenvolvida, por exemplo, por Bruno Latour.

A segunda etapa consistiu de atividades que visavam introduzir/aprimorar os aspectos importantes apresentados pelos licenciandos, acerca do EI. Tomamos por base a análise dos pontos levantados pelos licenciandos no momento da primeira visita aos laboratórios, seguida de discussão conjunta e reelaboração dos itens a serem avaliados nos laboratórios, em formato de entrevistas feitas aos alunos. É importante salientar que aquela atividade, parte do *corpus* dessa pesquisa, são as perguntas elaboradas pelos licenciandos e dirigidas aos alunos e não as respostas das entrevistas feitas a eles.

Posteriormente, os licenciandos tiveram contato com duas modalidades de material de divulgação científica: os livros didáticos e artigos de pesquisa. Os dois tipos de material foram comparados em termos de suas formas de publicação, autoria, referências, atualização e outras características que os diferenciavam. A adoção da referida atividade está fundamentada no fato de que a divulgação de um conhecimento científico (em particular das pesquisas de laboratório) é fundamental na produção da ciência. É a partir da submissão dos trabalhos de cientistas a seus pares, surgem a crítica e o aperfeiçoamento do mesmo.

Os licenciandos analisaram a estrutura de um artigo científico (texto 1) que versava sobre eletroquímica¹ e de livros didáticos^{2,3,4} da área de físico-química, que abordassem o mesmo tema. Os licenciandos foram convidados a responder questões confrontando aspectos dos livros didáticos e de artigos científicos, cujas respostas encontram-se no (APÊNDICE 6). A fim de possibilitar aos licenciandos compreenderem como se dá a passagem de um conhecimento científico, em fase de desenvolvimento e de validação pela comunidade

¹ OLIVEIRA, R; et al. Eletrodos de FTO modificados por eletrodeposição direta de ouro: produção, caracterização e aplicação com sensor eletroquímico. **Química Nova**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 146-155, 2016.

² FELTRE, R. **Físico-química**. São Paulo: Moderna, 1974. v. 2.

FELTRE, R. **Fundamentos de Química**: vol. único. 3. ed. rev. ampl. São Paulo: Moderna, 2000.

³ ATKINS, P; DE PAULA, J. **Físico Química**. Rio de Janeiro: LTC, 1978.

ATKINS, P; DE PAULA, J. **Físico Química**. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v. 2.

⁴ RUSSELL, J. B. **Química Geral**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1981.

RUSSELL, J. B. **Química Geral**. 2. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1994. v. 2.

científica (o conhecimento ainda em evidência e exploração nos laboratórios de pesquisa), para um conhecimento escolar já validado pela comunidade científica, houve leitura e discussão do texto 2¹.

Decidimos que o material das três últimas produções, voltadas para a divulgação científica, não fariam parte das análises e discussões aqui apresentadas, em virtude do volume de dados produzidos nessa tese, bem como pelo fato do tema da *divulgação científica* não ser contemplado nesse trabalho.

Os resultados advindos das referidas atividades foram bastante interessantes e, no futuro próximo, o posicionamento dos estudantes na comparação entre as duas formas de divulgação serão objeto de análise.

Encerradas tais atividades, oferecemos aos licenciandos um roteiro de experimento, classificado como *tradicional*, constituído por uma lista de operações unitárias simples a serem executadas, do tipo “receita de bolo”. O roteiro versava sobre a atividade de determinação do teor de etanol na gasolina². Na sequência, solicitamos aos licenciandos a elaboração de um plano de aula abordando o experimento no modelo investigativo (APÊNDICE 9).

Terminada a elaboração desse plano, os licenciandos visitaram o laboratório de análise de combustíveis da UEM e se familiarizaram com a técnica, além de terem executado o referido experimento, com amostras deliberadamente adulteradas de gasolina. Posteriormente, os licenciandos entregaram um texto com suas reflexões sobre as questões do texto 3, o qual discute o experimento sobre a determinação do álcool na gasolina de forma investigativa (ANEXO 1).

Em seguida, fizemos a proposta de reelaboração do primeiro plano de aula, por parte dos licenciandos, levando em conta as reformulações que eles entenderam necessárias, partindo das discussões realizadas nos encontros. As novas propostas estão no (APÊNDICE 13).

Naquela ocasião, entendemos que muitos pontos importantes ainda não haviam sido considerados pelos licenciandos em suas propostas investigativas. Partindo desse pressuposto, decidimos ser muito interessante que eles discutissem um roteiro experimental de um segundo experimento com abordagem investigativa. Concluído o roteiro, os licenciandos realizaram um experimento sobre *cinética química* (envolvendo os fatores que alteram a velocidade das

¹ *Spin Nuclear e a Imagem de Ressonância Magnética*. In BROWN, T; et al. **Química**: a ciência central. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

² LISBOA, J. C. F (Org.). **Química 2º ano**: ensino médio. Coleção Ser Protagonista. 1. Ed. São Paulo: Edições SM, 2010.

reações, neste caso, a superfície de contato, a concentração dos reagentes e papel dos catalisadores), seguindo um roteiro previamente adaptado pela pesquisadora (APÊNDICE 12). Em seguida, foi solicitado aos licenciandos para pensarem numa forma de desenvolver o mesmo experimento, num viés de uma abordagem investigativa. As propostas seriam discutidas, coletivamente, no encontro subsequente.

No encontro seguinte, identificamos muitas dificuldades por parte dos licenciandos, no transcorrer da discussão coletiva, embora os mesmos terem compreendido os principais aspectos que qualificam uma atividade investigativa. Face a inúmeras dificuldades, conversamos e optamos por reelaborar o plano de aula sobre o experimento de cinética, dando-lhe características de natureza investigativa, apresentando e discutindo com os licenciandos a nova formulação como exemplo (APÊNDICE 14).

Na terceira e última etapa, a formativa, os docentes das duas escolas estaduais propuseram os temas a serem trabalhados em sala, para que os seis licenciandos elaborassem propostas experimentais contemplando algum caráter investigativo. Os temas propostos foram: *concentrações de soluções, função álcool, forças intermoleculares, ácidos e bases e pilhas*. As propostas foram levadas às escolas de EM e aplicadas em aulas de química de diferentes séries.

Na semana seguinte, os licenciandos retornaram e apresentaram suas propostas para todo o grupo. Cada uma delas foi discutida, recebeu críticas e sugestões de aprimoramento pelos demais participantes (APÊNDICE 15).

Abrimos espaço aqui para uma observação fundamental acerca das propostas de atividades elaboradas pelos licenciandos e implementadas nas escolas. Segundo nossa percepção, tais propostas ainda careciam de qualidade e características mínimas suficientes para atender um público externo a essa pesquisa. Mediante nossa responsabilidade enquanto pesquisadora e como docente, houve a necessidade de reestruturar as propostas dos licenciandos, objetivando apresentar qualidades mínimas que autorizassem sua apresentação aos alunos do EM, por tê-la assumido enquanto tarefa junto às escolas. Agindo dessa forma, entendemos que preservamos a qualidade do material apresentado e resguardamos também os próprios licenciandos. Além disso, respeitamos essencialmente os alunos e professores do EM, procurando levar-lhes um material de qualidade mínima, com atividades didáticas voltadas aos bons padrões educacionais.

Por fim, vale salientar que as propostas finais foram desenvolvidas nas escolas e sofreram intervenção da pesquisadora. Porém, as mesmas não eram objetos de análise nessa pesquisa.

A atividade seguinte contemplou a leitura do texto 5 (ANEXO 3) da obra de Carvalho (2013a), para tanto propusemos 12 questões (APÊNDICE 16) orientadoras da leitura, buscando facilitar a compreensão por parte dos estudantes.

Sugerimos ainda aos licenciandos que fizessem uma pesquisa no texto 6 (ANEXO 4) (HODSON, 1988), previamente entregue aos licenciandos. O texto apresenta uma discussão acerca dos aspectos que norteiam o EI. É importante destacar que os itens sugeridos para eles pesquisarem, foram: o papel do experimento para a ciência e para o ensino de ciência, as diferenças entre trabalho de laboratório, experimentos e atividades didáticas.

As respostas dos licenciandos referentes às questões do texto 3 foram debatidas, objetivando complementar a compreensão do texto e também propiciar uma reflexão sobre possíveis modificações em propostas experimentais, posteriormente, desenvolvidas com alunos do EM.

A etapa propositiva encerrou-se com uma discussão acerca das diferenças entre experimento para a ciência e experimento para o EC, de acordo com Hodson (1988).

Finalizadas todas as atividades, sem dúvidas exaustivas para licenciandos e pesquisadora, os aqueles foram convidados a elaborar um texto escrito, expondo suas impressões sobre o Curso de Extensão, já concluído, bem como sobre os novos conhecimentos que haviam eventualmente construído ao longo do tempo. Tais impressões estão registradas no (APÊNDICE 17).

Obtivemos um vasto material produzido na realização da presente pesquisa. No entanto, ressaltamos o aproveitamento dos itens que agregaram conhecimento em nossa tese. Reservamos algumas partes de todo material produzido que não eram objetos de estudo nessa análise, mas num futuro próximo, poderiam ser aproveitados por nós ou outros pesquisadores. No quadro 3, apresentamos uma síntese das atividades desenvolvidas no curso.

Para finalizar a presente seção, elaboramos o quadro 3, resumindo as atividades dos encontros no curso de extensão.

Quadro 3 – Síntese das atividades desenvolvidas no curso de extensão.

Encontros	Pautas	Atividades desenvolvidas
1º Encontro 12/07/2016 (3horas)	- Assinatura do termo de consentimento da pesquisa. - Questionamentos sobre o que deve ser observado em um laboratório.	- Visita aos laboratórios de pesquisa. - Produção de um relato sobre a visita. (APÊNDICE 1)
2º Encontro 19/07/2016 (3horas)	- Socialização das visitas aos laboratórios. - Debate sobre os pontos importantes levantados pelos licenciandos para caracterizar um laboratório.	- Aplicação de um questionário diagnóstico. (APÊNDICE 2) - Respostas ao questionário. (APÊNDICE 3) - Elaboração de questões para entrevistar membros do laboratório de pesquisa visitado. (APÊNDICE 4)
3º Encontro 02/08/2016 (3horas)	Primeiro Momento: - Socialização das entrevistas e das novas percepções. - Debate sobre pontos percebidos na segunda visita ao laboratório. Segundo Momento: - Discussão sobre os meios de divulgação da ciência e análise de livros didáticos.	- Entrega das entrevistas realizadas com os membros do laboratório. (APÊNDICE 5) - Análise de partes de um artigo sobre eletroquímica ¹ (Texto 1). - Análise de livros didáticos ^{2,3,4}
4º Encontro 09/08/2016 (3horas)	Primeiro Momento: - Debate sobre as questões do texto 1 ¹ . - Discussão sobre critérios de validação dos conhecimentos inseridos nos livros didáticos. - Resgate dos encontros anteriores. Segundo Momento: - Introdução de aspectos teóricos e metodológicos do Ensino por investigação.	- Resolução das questões solicitadas no encontro anterior. (APÊNDICE 6) - Leitura e discussão do texto 2 ⁵ . - Aplicação de um questionário (APÊNDICE 7). - Respostas ao questionário. (APÊNDICE 8) - Análise do roteiro do experimento de Determinação do teor de álcool na gasolina ⁶ .

¹ OLIVEIRA, R; et al. Eletrodos de FTO modificados por eletrodeposição direta de ouro: produção, caracterização e aplicação com sensor eletroquímico. **Química Nova**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 146-155, 2016.

² FELTRE, R. **Físico-química**. São Paulo: Moderna, 1974. v. 2.

FELTRE, R. **Fundamentos de Química**: vol. único. 3. ed. rev. ampl. São Paulo: Moderna, 2000.

³ ATKINS, P; DE PAULA, J. **Físico Química**. Rio de Janeiro: LTC, 1978.

ATKINS, P; DE PAULA, J. **Físico Química**. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v. 2.

⁴ RUSSELL, J. B. **Química Geral**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1981.

RUSSELL, J. B. **Química Geral**. 2. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1994. v. 2.

⁵ *Spin Nuclear e a Imagem de Ressonância Magnética*. In BROWN, T; et al. **Química**: a ciência central. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

⁶ LISBOA, J. C. F (Org.). **Química 2º ano**: ensino médio. Coleção Ser Protagonista. 1. ed. São Paulo: Edições SM, 2010.

5º Encontro 30/08/2016 (3horas)	<ul style="list-style-type: none"> - Leitura dialogada do texto 3 (ANEXO 1). - Discussão acerca dos significados de conteúdos procedimentais, atitudinais e conceituais. - Discussão sobre o papel do erro na aprendizagem. 	<ul style="list-style-type: none"> - Entrega do 1º plano de aula referente a determinação do teor de álcool na gasolina. (APÊNDICE 9) - Visita ao laboratório de análise de combustível. - Leitura dialogada do texto 3 com apresentação de slides e proposição de questões. (APÊNDICE 10) - Realização do experimento sobre a determinação do teor de álcool na gasolina.
6º Encontro 06/09/2016 (3horas)	<ul style="list-style-type: none"> - Leitura dialogada do texto 4 (ANEXO 2). - Discussão de um roteiro experimental sobre cinética química. - Distribuição dos licenciandos nas escolas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Entrega da atividade com as reflexões sobre questões do texto 3 (ANEXO 1). (APÊNDICE 11) - Realização do experimento sobre cinética. (APÊNDICE 12)
7º Encontro 12/09/2016 (3horas)	<ul style="list-style-type: none"> - Discussão coletiva para elaboração de plano de aula com abordagem investigativa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Entrega do 2º plano de aula referente à determinação do teor de álcool na gasolina. (APÊNDICE 13) - Sugestões de elementos importantes em uma abordagem investigativa. - Análise de um plano de aula sobre cinética com abordagem investigativa. (APÊNDICE 14)
13/09 a 18/09	<ul style="list-style-type: none"> - Reuniões individuais com cada aluno, visando acompanhar a elaboração dos roteiros a serem levados para a sala de aula. 	<ul style="list-style-type: none"> - Propostas (1ª versão) plano para serem desenvolvidas com alunos do ensino médio na escola.
8º Encontro 19/09/2016 (3horas)	<ul style="list-style-type: none"> - Estruturação das propostas em construção dos licenciandos. - Discussão coletiva sobre a importância do contexto social nas aulas de Química. 	<ul style="list-style-type: none"> - Entrega da primeira versão do plano de aula para desenvolver na escola. (APÊNDICE 15) - Apresentação individual dos temas em desenvolvimento pelos licenciandos. - Proposição de um roteiro de questões do texto 5 (ANEXO 3). (APÊNDICE 16) - Sugestões de pesquisa.
20/09 a 25/09	<ul style="list-style-type: none"> - Reuniões individuais com os alunos, visando acompanhar a elaboração dos planos de aula que seriam desenvolvidos na escola. 	<ul style="list-style-type: none"> - Propostas da versão final dos planos para serem desenvolvidas com alunos do ensino médio na escola.
9º Encontro 26/09/2016 (3horas)	<ul style="list-style-type: none"> - Elementos essenciais para proposição de uma sequência de ensino por investigação. - Experimentos na ciência e no ensino de ciência. 	<ul style="list-style-type: none"> - Debate sobre o roteiro de questões do texto 5 (ANEXO 3). - Discussão sobre experimentos para a ciência e para o ensino de ciência contidos no Texto 6 (ANEXO 4).
10º Encontro 11/10/2016 (3horas)	<ul style="list-style-type: none"> - Resgate e reflexões sobre laboratórios, experimentação, ensino por investigação e a experiência vivenciada com o desenvolvimento da SEI nas escolas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Produção de texto. (APÊNDICE 17)

Fonte: Elaborado pela autora.

A próxima seção é composta pela análise e resultados dos depoimentos, questionários, notas de campo e outras tarefas realizadas pelos seis licenciandos.

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nessa seção, apresentamos e discutimos cada encontro do curso desenvolvido com os licenciandos e seus respectivos resultados. Salientamos que o corpus produzido foi analisado e baseado nos pressupostos da Análise Textual Discursiva e discutido com suporte nos referenciais acerca do EI, em especial nos autores Zômpero e Laburú (2011), Azevedo (2013), Carvalho (2013), Sasseron (2013), (2015).

Análise do 1º Encontro

O início do 1º encontro foi marcado pela acolhida verbal a todos os convidados a participarem da pesquisa. Em seguida, distribuímos os termos de consentimento, que foram assinados pelos licenciandos, de acordo com o parecer do COPEP nº 1.625.445. Os respectivos licenciandos foram informados que a presença deles seria muito importante para a realização de nossa pesquisa no transcorrer do desenvolvimento das atividades planejadas ou sugeridas nos encontros subsequentes. Ficou em aberto, caso não houvesse disposição em continuar participando, poderiam ficar à vontade e deixar de frequentar o curso em algum momento, sem qualquer prejuízo.

Na sequência, apresentamos aos licenciandos, de modo geral, o objetivo do curso, bem como as atividades que seriam desenvolvidas no decorrer do mesmo. Planejamos, enquanto atividade final, a apresentação e o desenvolvimento de temas (conteúdos de química) sob abordagem investigativa para serem trabalhados com alunos do EM, em dois colégios públicos de EM do município de Maringá: o Colégio Estadual Rodrigues Alves e o Colégio Estadual Tancredo de Almeida Neves.

Apresentados os primeiros esclarecimentos, os licenciandos foram informados a respeito da primeira atividade: a visita a laboratórios de pesquisa dos cursos de Pós-graduação em Química da Universidade Estadual de Maringá, previamente selecionados por nós. Os licenciandos deveriam conhecê-los e realizar observações, objetivando entender a dinâmica de trabalho naquele ambiente.

Definidos os laboratórios de pesquisa e objetivo, os licenciandos foram sugestionados a visitar laboratórios nos quais se desenvolve a pesquisa científica. Deveriam observar e anotar tudo aquilo que achassem fundamental para caracterizar o trabalho em um laboratório de pesquisa.

Os licenciandos foram distribuídos aleatoriamente em seis laboratórios, conforme lista abaixo, com seus responsáveis:

- Laboratório de Síntese Orgânica; Prof. Dr. Ernani Abicht Basso.
- Laboratório de Análise de Alimentos; Prof. Dr. Jesuí Vergílio Visentainer.
- Laboratório de Polímeros e Compósitos; Prof. Dr. Andrelson Wellington Rinaldi.
- Laboratório de Química de Materiais; Prof^ª. Dr^ª. Ana Adelina W. Hechenleitner.
- Laboratório de Química de Produtos Naturais; Prof^ª. Dr^ª. Silvana Maria de Oliveira.
- Laboratório de Desenvolvimento de Medicamentos para Terapia Fotodinâmica; Prof. Dr. Wilker Caetano.

Nós visitamos previamente cada um dos laboratórios para contato com o professor líder do grupo de pesquisa. Cada líder designou um estudante de pós-graduação para acompanhar o licenciando durante a visita. A função do anfitrião foi apresentar o laboratório para o licenciando e responder seus questionamentos em relação ao seu funcionamento. Entregamos ao licenciandos os contatos de telefone e e-mail dos anfitriões.

Na sequência, os licenciandos foram questionados por nós sobre o que havia de importante observar durante a visita aos laboratórios de pesquisa. Isso se fez necessário, com o intuito de entender a dinâmica de trabalho. Numa conversa informal, os licenciandos manifestaram que seria importante definir quais aspectos a serem observados. Dentre eles, destacaram: o comportamento das pessoas, a estrutura física dos laboratórios, seus equipamentos de segurança, a organização e funcionamento dos equipamentos científicos, a interação entre os pares, a higiene e, por fim, a relação que os estudantes guardam com seus orientadores.

Vale ressaltar que todos os pontos mencionados pelos licenciandos são importantes para a funcionalidade de qualquer laboratório, quer seja de ensino, pesquisa ou extensão. No entanto, por si só eles não caracterizam o trabalho desenvolvido em um laboratório de pesquisa.

Por fim, comunicamos aos licenciandos, que após a visita aos laboratórios, os mesmos deveriam entregar no próximo encontro, um relato escrito contendo tudo que julgassem importante a respeito de suas observações.

Análise do 2º Encontro

O segundo encontro foi iniciado com o recolhimento dos relatos escritos acerca de visitas realizadas aos laboratórios (APÊNDICE 1). O respectivo questionário teve como objetivo identificar as vivências dos licenciandos com atividades experimentais. Fizemos uma breve análise dos relatos, com o intuito de conduzir um debate sobre as observações descritas. Na sequência, fornecemos aos licenciandos um questionário com seis questões (APÊNDICE 2), para ser respondido individualmente, por escrito.

A partir dos primeiros relatos, nossa análise constatou as representações dos licenciandos sobre as características de um laboratório de pesquisa, ou seja, foi possível estabelecer seis categorias, a saber: *segurança, organização e limpeza, estrutura física, relação interpessoal, temas pesquisados e dificuldades para desenvolver a pesquisa*. As categorias com suas respectivas unidades de significados estão organizadas nos quadros de 4 a 9.

Enfatizamos que algumas unidades de significado podem, a princípio, ser enquadradas em mais de uma categoria. Sendo assim, não se espera muita rigidez em categorizações. Por exemplo, uma geladeira grande e bem posicionada pode estar associada tanto à qualidade da infraestrutura do local como à segurança no local de trabalho.

Outros pontos importantes a serem ressaltados referem-se às características da pesquisa e a natureza das técnicas de análise qualitativa, além de que diferentes leitores podem apresentar diferentes interpretações aos dados.

Abaixo, segue a apresentação dos quadros de 4 a 9, contendo fragmentos de textos dos licenciandos.

Quadro 4 – Categoria 1: Segurança – fragmentos e unidades de significado destacados em itálico, com uma breve interpretação.

Sujeitos	Excertos	Descrição
A1	[...] procurei por <i>extintores de incêndio</i> e os encontrei nos corredores do bloco. Eram apenas dois, um de cada lado da parede, [...]. Partindo para <i>observação de EPI</i> (Equipamento de Proteção Individual) notei que naquele momento, todos faziam <i>uso de jaleco</i> , mas a maioria deles não eram confeccionados em material adequado. Nenhum dos integrantes fazia <i>uso de óculos de proteção</i> e muitos deles apresentavam adornos como pulseiras grandes, [...].	Destacam uma elevada preocupação com a questão da segurança no ambiente de laboratório.
A2	[...] apenas um aluno <i>utilizava o jaleco</i> , equipamento obrigatório nesse ambiente.	
A3	[...] notei que todas as pessoas ali presentes <i>estavam sem jaleco</i> . Então perguntei se seria necessário que eu usasse jaleco. [...] respondeu que eles só usavam o jaleco caso fossem realizar algum experimento de maior risco. [...] havia apenas <i>um extintor de incêndio</i> no local e ninguém utilizava nenhum dos equipamentos básicos em um laboratório: <i>jaleco, óculos, luvas</i> , etc.	
A5	E apesar de ter cartaz de <i>normas de segurança</i> , eles acabam <i>deixando de usar jalecos ou luvas</i> .	
A6	[...] aparentemente, todos procuram obedecer às regras básicas, já que <i>estavam com o jaleco, calça e sapato fechado</i> .	

Fonte: Elaborado pela autora.

Identificamos, pelos excertos extraídos dos relatos dos licenciandos, que eles estavam cientes e possuíam grande preocupação com a segurança do trabalho em laboratório. Todo esse cuidado resulta da ênfase dada a essa questão no início dos cursos de química, em específico na disciplina de Química Geral Experimental, estabelecida em alguma formação, mesmo apenas teórica, no aspecto de segurança no trabalho.

Quadro 5 – Categoria 2: Organização e limpeza - fragmentos de unidade de significado destacados em itálico, com uma breve interpretação.

Sujeitos	Excertos	Descrição
A1	[...] notei que os reagentes estavam bem distribuídos nas bancadas, <i>as vidrarias estavam limpas</i> e bem-dispostas sobre as bancadas. O <i>laboratório estava limpo</i> , o chão havia sido varrido, apresentava apenas alguns pedaços de papel picado e um pouco de poeira.	Ressaltam a organização e limpeza, que podem estar associadas ao funcionamento das atividades desenvolvidas no laboratório.
A2	[...] alguns alunos passavam o dia todo, todos os dias no laboratório, por isso <i>a limpeza era realizada diariamente</i> . <i>Os equipamentos eram preservados e limpos</i> , foi possível concluir que eles preservavam os equipamentos [...].	
A3	[...] Partindo da limpeza do local, <i>o laboratório encontrava-se moderadamente limpo, mas bem organizado</i> .	
A4	Quanto à <i>limpeza e higiene do laboratório</i> , não fui informada, mas aparentemente, parece ser higienizado com frequência.	
A5	[...], porém <i>na higienização dos instrumentos deixam para última hora</i> , muitas vezes limpa mal ou nem limpa.	
A6	<i>O laboratório estava limpo</i> , sendo que <i>não havia sujeira no chão, louça na pia</i> , ou materiais sujos em cima das bancadas. [...]. [...] devido <i>as vidrarias serem todas comuns</i> cada um fica responsável por <i>lavar o que sujou</i> . [...], há um <i>controle de reserva diária</i> . Este controle também serve para <i>o monitoramento da limpeza e de contaminação</i> .	

Fonte: Elaborado pela autora.

Observamos que os licenciandos, na sua totalidade, ficaram atentos à limpeza e organização dos laboratórios. Possivelmente, os mesmos tenham julgado esses aspectos relevantes para o bom andamento das atividades desenvolvidas naqueles ambientes de trabalho e de estudo. Tais resultados se devem, provavelmente, pelas discussões conduzidas na disciplina de química geral experimental.

Quadro 6 – Categoria 3: Estrutura física - fragmentos de unidade de significado destacados em itálico, com uma breve interpretação.

Sujeitos	Excertos	Descrição
A1	Haviam <i>quatro geladeiras no laboratório</i> e todas estavam etiquetadas informando o conteúdo dentro delas, [...]. [...] Notei que as <i>duas portas</i> que haviam no laboratório <i>abriam para dentro da sala</i> .	Ressaltam a estrutura física como condição importante para a funcionalidade dos laboratórios.
A2	[...] haviam <i>vários armários</i> com o nome de cada aluno, [...]. [...] <i>a cozinha era completa</i> , com pia, armários, geladeira, mesa, micro-ondas, etc. [...].	
A3	[...] O local possui <i>apenas uma via, (porta) de entrada e saída</i> , [...]. [...] Até mesmo equipamentos essenciais, como <i>o exaustor de ar da capela</i> , estão paralisados por falta de manutenção. [...].	
A4	O laboratório possui <i>um local separado para</i> que os alunos possam <i>estudar suas pesquisas</i> . E é dividido de acordo com cada área, [...]. [...] cada <i>equipamento é localizado</i> de acordo com sua utilidade, [...].	
A5	Ao entrar se depara <i>com quatro bancadas</i> , [...]. Na parede você <i>se encontra cartazes de resultados</i> , [...]. [...] <i>Havia geladeiras</i> onde é armazenado as amostras, [...].	
A6	[...] Os <i>corredores são estreitos</i> , o que dificulta duas pessoas trabalharem no mesmo corredor [...]. [...] apenas <i>as gavetas que são divididas</i> para cada pessoa, para guardar materiais pessoais [...]. O laboratório tinha uma <i>ótima infraestrutura</i> , já que <i>possui equipamentos caros e fundamentais</i> , [...].	

Fonte: Elaborado pela autora.

Todos os licenciandos observaram a infraestrutura dos laboratórios, destacando pontos positivos e negativos. Eles compreenderam que esse é um fator importante no desenvolvimento dos trabalhos de pesquisa.

Quadro 7 – Categoria 4: Relação Interpessoal - fragmentos de unidade de significado destacados em itálico, com uma breve interpretação.

Sujeitos	Excertos	Descrição
A1	Logo de início percebi a existência de constante <i>comunicação entre os membros</i> ali presentes. [...].	Existência de cooperação e respeito entre os acadêmicos que desenvolvem pesquisas.
A2	[...] Pude perceber que cada aluno tinha uma função importante e elas tinham uma sequência e por isso <i>a boa relação entre eles</i> , eles dependiam dos resultados uns dos outros.	
A3	[...] há uma <i>total comunicação entre os integrantes</i> , [...]. É nítido o respeito que cada um tem com o trabalho do outro.	
A6	[...] parecem <i>ter um bom relacionamento profissional</i> e entre algumas pessoas até pessoais, bem como procuram sempre ajudar uns aos outros quando precisam [...].	

Fonte: Elaborado pela autora.

Notamos a atenção dispensada por quatro dos licenciandos (A1, A2, A3 e A6) acerca da categoria interação entre as pessoas que desenvolviam pesquisas no laboratório visitado. Ressaltaram a cooperação e ajuda mútua entre eles, bem como o respeito devotado ao trabalho do colega.

Quadro 8 – Categoria 5: Temas pesquisados - fragmentos de unidade de significado destacados em itálico, com uma breve interpretação.

Sujeitos	Excertos	Descrição
A2	O laboratório realiza <i>pesquisas sobre terapias fotodinâmicas</i> [...], ou seja, as pesquisas eram relacionadas a tumores na pele, a doenças dermatológicas, cancerígenas e acneicas.	Interesse pelas pesquisas realizadas no laboratório visitado.
A3	[...] A área de pesquisa do laboratório é a Físico-química e em geral <i>as pesquisas são realizadas com nanopartículas</i> .	

Fonte: Elaborado pela autora.

Como podemos perceber apenas dois licenciandos (A2 e A3) entre os seis participantes da pesquisa, tiveram interesse em saber o que era desenvolvido no laboratório em termos de pesquisa.

Quadro 9 – Categoria 6: Dificuldades para desenvolver a pesquisa - fragmentos de unidade de significado destacados em itálico, com uma breve interpretação.

Sujeitos	Excertos	Descrição
A3	[...] Há diversos empecilhos que <i>dificultam a realização da pesquisa</i> , entre eles, <i>a falta de verba</i> , onde os alunos são obrigados a tirarem dinheiro do próprio bolso para comprar materiais, e <i>a falta de equipamentos</i> , que também contribui no andamento das atividades. [...].	Entendimento de que há vários fatores que podem prejudicar o andamento das pesquisas.

Fonte: Elaborado pela autora.

Somente um dos licenciandos (A3) esteve atento às possíveis dificuldades que podem afetar o desenvolvimento das pesquisas.

Pelas categorias encontradas nos relatos analisados, podemos destacar a pouca vivência desses licenciandos com a prática e a finalidade dos laboratórios em si. Isso já era esperado, pois ainda cursavam o segundo ano de Licenciatura em Química, apenas a disciplina de Química Geral Experimental, que dá muita ênfase às questões de segurança, organização e limpeza, estrutura física e normas de conduta em laboratórios.

Evidentemente, não expressamos uma crítica sobre o que eles apresentaram. Ao contrário, suas preocupações são saudáveis e deveriam se estender a todas as atividades laborais (no sentido de manipulação) a serem executadas. Porém, do ponto de vista dessa pesquisa, entendemos que é certamente uma visão a ser complementada.

Talvez pelo fato de terem pouca experiência, os licenciandos prenderam-se em demasia ao que estava visível, sem se preocupar com o tipo de pesquisa, com a metodologia adotada no trabalho e com sua aplicação, se for o caso. Isso nos remete aos argumentos de Latour e Woolgar (1997, p. 36), ao afirmarem ser “difícil descrever o que se passa em um laboratório sem lançar mão de conhecimentos adquiridos a respeito de certos aspectos da ciência”. Ou seja, é preciso um conhecimento mínimo sobre o trabalho em laboratório para entender como se produz conhecimento por meio daquele, pois a tendência é acreditar que,

[...] o desenvolvimento de uma pesquisa e o aproveitamento de seus resultados para posteriores investigações (com a sua conseqüente utilização, se for o caso) se realize através de um caminho curto, retilíneo, marcado por compreensão e boa vontade. É claro que isso pode acontecer, mas não é a regra geral (MAIA, 1992, p. 132).

Podemos também relacionar a ênfase dos alunos ao visível, ou seja, às imagens percebidas, ao que Bachelard denomina de experiência primeira, em que as justificativas nem sempre são apoiadas em reflexões. Dessa forma:

Basta que uma experiência seja feita com um aparelho esquisito, e sobretudo que ela provenha, sob denominação diferente, das longínquas origens da ciência, como por exemplo a harmônica química, para que os alunos prestem atenção: apenas deixam de olhar os fenômenos essenciais (BACHELARD, 1996, p. 48).

Portanto, o professor de Química ao desenvolver um experimento, precisa ter cuidado para que este não fique restrito a uma sucessão de resultados visualmente interessantes.

Feito a apresentação da proposta de nossa pesquisa, bem como sua contextualização com a literatura usada como suporte, apresentamos a análise do conteúdo das respostas dos licenciandos ao questionário 1, que visou identificar as vivências e concepções dos

licenciandos acerca das atividades de laboratório. Para tanto, foram questionados se haviam desenvolvidos atividades de laboratório ao cursarem o EM, se eles tinham lembranças das atividades realizadas e que recordações tinham daquele momento.

Muitas das respostas deste questionário (APÊNDICE 3), como costuma acontecer, foram bem curtas, levando-nos a levantar categorias, pois textos muito reduzidos não permitem conclusões muito profundas.

Quatro dentre os seis licenciandos disseram ter participado de atividades experimentais no EM. As atividades ficaram registradas em suas memórias por diversas razões: entusiasmo com a química, possibilidade de realizar atividades com materiais caseiros e, mesmo por ter sido a única atividade prática realizada durante aquele período escolar. Notamos que nenhum deles apontou naquele momento a manipulação da natureza, em caráter investigativo ou não, como fator importante em suas lembranças.

Quanto às atividades experimentais conduzidas na UEM, todos tiveram vivência pelo menos com a disciplina de Química Geral Experimental. Alguns frequentaram outras disciplinas, como Física, Química Analítica e Química Orgânica.

O perfil geral de respostas, acima apontado, refere-se às questões de natureza introdutória (questões 1, 2 e 3). Por outro lado, as questões 4, 5 e 6 procuraram avaliar as concepções epistemológicas que os licenciandos tinham acerca das atividades experimentais. As questões foram as seguintes:

4) Para você, o que é um experimento?

5) Que diferença você viu entre as atividades de laboratório da graduação/ensino médio e da pós graduação?

6) Você vê diferenças entre os experimentos realizados nos dois tipos de laboratório?

Antes da análise dessas questões, mereceram destaque as questões 5 e 6, pois ficaram praticamente idênticas, de modo que suas respostas serão discutidas em conjunto.

Para a maioria dos licenciandos, o experimento se destina a melhorar a compreensão da natureza. A ideia de que o experimento tem por finalidade “provar” ou “comprovar” uma teoria também se mostrou bastante frequente, o que aponta concepção ingênua acerca desse tipo de atividade. Conforme afirma Silva e Zanon (2000, p. 120), “a relação teoria-prática é usualmente vista e tratada nas salas de aula como uma via de mão única, em que ‘a prática comprova a teoria, ou vice-versa’.”

As questões 5 e 6 visavam investigar se os alunos percebem diferenças entre as finalidades das atividades experimentais desenvolvidas no ensino médio/graduação daquelas da pós-graduação.

O espectro de respostas não foi muito amplo, como esperado. Para a maioria dos licenciandos, as atividades experimentais do EM servem para “comprovar” ou “provar” uma teoria, ou ainda têm caráter fundamentalmente didático, no sentido de se “compreender o conteúdo”.

A3: *as atividades de laboratório de graduação são voltadas para o ensino;*

A4: *uma forma prática de aprender tal conteúdo;*

A6: *no laboratório de graduação ou do ensino médio são feitas atividades para demonstrar um conteúdo...;*

As respostas acima denotam duas concepções interessantes: no caso dos laboratórios de ensino médio/graduação, os licenciandos demonstraram saber que sua finalidade é de natureza apenas confirmativa de uma teoria já estabelecida e têm a finalidade de colocar o aluno em contato com o exercício de manipulação da natureza. Eles souberam apontar o caráter didático das referidas atividades.

No entanto, dois dos licenciandos apresentaram a opinião que os experimentos conduzidos na pós-graduação têm a finalidade de “descobrir” coisas ou ainda “desenvolver novas teorias”.

A3: *no laboratório de pós o experimento tem como finalidade obter novas descobertas;*

A6: *nos laboratórios de pós-graduação são utilizados para desenvolver novas teorias ou solução de um problema;*

Em relação às atividades experimentais desenvolvidas na pós-graduação, as concepções dos licenciandos mostram-se ingênuas na medida em que imaginam o laboratório como um local de “descoberta”. Segundo Kuhn (1972), não é essa a finalidade da pesquisa, mas, sim, enquadrar fenômenos naturais no paradigma vigente.

As ideias apresentadas se aproximam de uma visão dogmática da ciência, chamada de concepção empírico-indutivista, que compreende o laboratório como “local mágico” em que se descobrem coisas e comprovam-se leis e teorias, ou seja, a “visão de que a ciência está na realidade, à espera de ser descoberta” (SILVA; ZANON, 2000, p. 121).

Um dos licenciandos destacou o “maior rigor” ou a “complexidade” dos experimentos.

A2: *na pós-graduação são mais complexos;*

De acordo com Zuliani e Ângelo (2003), o que impossibilita o aluno de reconhecer a ciência como uma atividade dinâmica, ou melhor, em constante evolução, é o fato de a Ciência ser apresentada como uma atividade previsível e com muito rigor.

Terminada a exposição dos relatos dos licenciandos, retomamos os pontos levantados pelos mesmos no encontro anterior, ou seja, aqueles apontados enquanto itens fundamentais a serem observados em um laboratório de pesquisa. A socialização dos dados levantados pelos participantes promoveu subsídios para se discutir acerca do que diferencia um laboratório de pesquisa de um laboratório de graduação, pois os mesmos foram convidados a relatar suas observações referentes às visitas. Nessa discussão, todos destacaram *a organização e limpeza, a segurança e a estrutura física* dos laboratórios, reforçando as descrições em seus relatos escritos. Segue abaixo alguns trechos da transcrição da reunião.

A5: [...] *Quando eu cheguei já olhei bastante as despensas, os armários assim cheio de vidraria [...]*

A1: [...] *Com relação à limpeza, assim deixava um pouco a desejar porque assim as estantes em cima das bancadas estava um pouquinho empoeirada [...][...] com relação à EPI eu não vi máscara de gás apesar de me informarem que tinha, os jalecos eram a maioria de material sintético [...], [...]*

A6: [...] *me espantei pela organização, pela limpeza assim, lá as bancadas não são divididas [...][...], todo mundo utilizando jaleco, é... algumas pessoas que estavam fazendo alguns experimentos estavam usando luva [...]*

A2: [...] *Daí tinha uma pessoa de jaleco, não tinha ninguém de luva, ninguém com nenhum material pra proteger, [...][...] em relação a limpeza eu achei as coisas bastante empoeiradas, só os equipamentos, os microscópios, algumas outras máquinas lá que eu nem sabia o nome que tavam bem limpas [...]*

A4: [...], *cada um tem sua bagunça, então cada um tem que limpar o que fez, mas a maioria não, não tava nada limpo [...]*

Depois de longo debate entre os licenciandos, levantamos algumas questões, tais como:

- As observações que vocês fizeram respondem aos tópicos propostos previamente, a saber, o que caracteriza um laboratório de pesquisa de natureza investigativa?
- Essas observações permitem diferenciar os dois tipos de experimentos nos laboratórios de pesquisa e de graduação/ensino médio?

- Se não permitem, o que devemos conhecer para entender as diferenças entre um e outro laboratório?

É importante destacar o objetivo em relação à terceira pergunta: direcionar os licenciandos para a próxima atividade, ou seja, elaborar questões para entrevistar um pesquisando de Doutorado, um de Mestrado e um de Iniciação Científica (IC) do laboratório visitado, buscando diferenciar o trabalho desenvolvido em um laboratório de graduação do trabalho de um laboratório de pesquisa. Solicitamos também que os licenciandos entrevistassem o professor pesquisador responsável pelo laboratório, com vistas a conhecer o panorama geral do trabalho realizado por seu grupo de pesquisa.

Naquele momento, os licenciandos foram colocados diante de suas produções e puderam fazer uma análise crítica das observações realizadas nos laboratórios de pesquisa. Assim, responderam de forma unânime que os pontos por eles mencionados não são capazes de diferenciar um laboratório de pesquisa de um laboratório de graduação. As respostas apresentadas pelos licenciandos apresentaram em suas conclusões que as respectivas observações não seriam suficientes para uma possível diferenciação entre um e outro laboratório.

O segundo momento do encontro registrou a discussão e a elaboração das questões para a entrevista com os pesquisadores, numa segunda visita feita aos laboratórios. Nessa segunda etapa, eles refletiram no sentido de comparar as duas atividades, conforme mostram os trechos abaixo:

A7: *Porque em teoria os dois laboratórios são idênticos, o da pós-graduação e da graduação, os dois obedecem às mesmas regras, [...]. O equipamento de segurança que a gente vê lá em Química Geral já desde o primeiro ano, que é o obvio que até cai na prova pra gente colocar o que é o equipamento de segurança, óculos de proteção, máscara, luva, jaleco, calçado fechado, as meninas de cabelo amarrado, não pra... por questão de segurança, num acidente não queimar o cabelo, no laboratório da pós graduação é a mesma coisa, os mesmos equipamentos, dependendo da intensidade do gás até aquela máscara com filtro, tanto na pós como na graduação, então assim, pelas observações que a gente fez, a higiene também, organização, estrutura, é idêntico, são idênticos, eles seguem os mesmos padrões, eles seguem o mesmo padrão, então não dá pra diferenciar um laboratório de graduação e da pós pelas observações que a gente fez, [...]*

A1:*[...]. É que na pós-graduação, vamos dizer assim o orientador tá mais presente, eu pelo menos tive essa visão, [...], eu até perguntei o que ela estava fazendo, e ela disse que tava*

fazendo um trabalho em cima da tese do orientador, [...] às vezes pesquisava um artigo ou alguma outra coisa pra auxiliar aquele procedimento, só que ela seguia a tese do orientador, agora na graduação eu lembro que quando eu tava fazendo, a gente tinha mais autonomia, apesar do professor tá presente, ele deixava tudo pra gente fazer, [...], aí o pessoal lá da outra bancada já tava fazendo uma coisa, medindo errado, por isso que não dá pra...eu acho que não dá pra diferenciar.

A5: *[...] aparentemente assim tem uma bancada onde se faz todo experimento como todos os outros, é nisso que eu fiz assim que o que diferencia mesmo é a área que é seguido.*

A2: *[...] dá pra diferenciar é por exemplo, quando a gente trabalhava no laboratório da graduação, a gente já recebe só que a gente vai usar, [...] no da graduação tem lá o professor que fica, vocês tem que usar o jaleco, vocês tem que usar o jaleco, né. Meu professor não deixava nós entrar na aula sem o jaleco, e lá (laboratório de pós) tava do jeito que quisesse né, aí tinha menina de cabelo solto, de rasteirinha, mas tudo bem [...] as pessoas são mais independentes, cada um sabe o que tem que fazer, e pelo que eu vi do meu, segue uma sequência, tipo um pesquisa uma parte, por exemplo, um faz uma pesquisa introdutório, outro vai lá e da sequência, daí outro faz uma síntese pra ver se aquilo funciona [...], lá eles são mais independentes eles tem mais certeza do que tão fazendo sabem o que pegar pra usar em tal experimento.*

Por fim, solicitamos-lhes uma reflexão em conjunto sobre o que poderia ser perguntado numa segunda visita aos laboratórios de pesquisa. Essa atividade os ajudaria compreender a diferença daqueles laboratórios em relação aos laboratórios de graduação/ensino médio.

Os fragmentos de falas, elencados a seguir, retratam como se deu o desenvolvimento dessa reflexão:

A2: *[...] pra eu diferenciar um laboratório do outro [...] eu pergunto por exemplo, pra pessoa que trabalha no laboratório, qual é sua pesquisa? Então mediante da resposta... por exemplo, eu faço análise quantitativa não sei do quê, nunca penso bem que é algo relacionado a Química Analítica por exemplo.*

A5: *o resultado que ele espera? Então toda forma, tem uma forma de analisar o que ele vai fazer, o experimento que ele fazer pra ter tal resultado, aí esse, nesse experimento que seria distinguido os laboratórios, de um pós e de um graduação, eu acho...*

Nesse ponto, intervimos de modo mais assertivo, conforme fala abaixo:

PESQUISADORA: [...] Mas agora precisamos saber quais os questionamentos a serem feitos às pessoas que trabalham no laboratório de pesquisa, para entender qual é a diferença daquele laboratório para o laboratório de graduação. Então o A1 deu uma ideia. Qual a pergunta que você falou?

A1: *Qual é a pesquisa que você realiza?*

A partir da fala de A1 e de nossa mediação, as interrogações foram surgindo, juntamente com ideias de questões importantes a serem perguntadas:

A1: *Qual o trabalho...?*

A6: *Que estudo você faz?*

A1: *Que estudo você realiza?*

A7: *Qual sua tese, seu doutorado, sobre o quê, baseado em quê?*

A1: *Qual é sua função?*

A7: *Por que que seu trabalho é esse?*

A6: *Um objetivo?*

Nesse momento, um licenciando fez uma observação, ainda na forma de pergunta, ao nosso entender crucial para se compreender a diferença entre os dois laboratórios em discussão.

A6: *Qual seu objetivo de pesquisa?*

PESQUISADORA: De pesquisa... então, começa a anotar aí...

Com mais mediações e encaminhamentos, os licenciandos foram elaborando mais ideias:

PESQUISADORA: [...], no laboratório que ela pesquisou existe um problema claro... qual era o problema?

A2: *Que eram as doenças dermatológicas.*

PESQUISADORA: Então, você precisa perguntar qual é o problema? [...] Bom, para ele resolver esse problema de pesquisa, o que é preciso?

A6: *Uma tese, ou uma teoria...*

PESQUISADORA: Todo mundo concorda com a A6? Que para responder o problema de pesquisa dele, é preciso uma teoria? Ou de uma tese?

A7: *Ah, conhecimento prévio do assunto, sim concordo.*

A2: *Qual a demanda daquele problema?*

A2: *tipo, é... às vezes, sei lá, alguma demanda assim que algumas pessoas não podem se tratar de alguma maneira e eles precisam de novos métodos.*

PESQUISADORA: Mas, qual é o nome disso? No caso que ela citou? Algumas pessoas não podem usar uma medicação e eles estão fazendo essas pesquisas.

A7: *Necessidade.*

PESQUISADORA: Chama necessidade? O fato de um laboratório de pesquisa estar trabalhando com reações em que vão desenvolver uma nova medicação para doenças dermatológicas, isso chama necessidade?

A5: *Outros caminhos.*

A1: *Interesse.*

A7: *Alternativa.*

A5: *Alternativa...*

PESQUISADORA: [...] precisamos transformar isso em questões, como que você vai perguntar para pessoa? [...] qual interesse da sua pesquisa, qual a necessidade?

A7: *Qual o impacto que sua pesquisa gera?*

PESQUISADORA: Mas o impacto onde?

A2: *Social.*

A7: *Comercial.*

Com a nossa mediação, os licenciandos começaram a perceber a necessidade de se compreender os temas e objetos de pesquisa bem como sua finalidade, no caso específico, do laboratório visitado por A2, no desenvolvimento de novos fármacos. Essa pesquisa tem cunho social, bem como interesses comerciais.

O debate se estendeu devido à necessidade de uma definição da metodologia adotada nos laboratórios de pesquisa:

A1: *Quais os métodos que ele tem intenção de utilizar pra resolver o problema? [...]. Qual o método que você tem intenção de usar na pesquisa pra resolver o problema?*

Em certo momento, os licenciandos começaram a perceber a importância da metodologia do trabalho de pesquisa e também do interesse dos acadêmicos pela área escolhida.

A5: *Conhecimento de interesses.*

PESQUISADORA: O que significa isso?

A5: *Que pra ele seguir uma área, ele tem que ter algum interesse, alguma coisa que chama atenção dele pra ele focar naquilo, seria isso... que eu imaginaria.*

PESQUISADORA: Como a gente pode elaborar uma questão para perguntar essa questão do interesse?

A6: *Como ela adquiriu esse interesse?*

A6: *Como você escolheu sua linha de pesquisa?*

PESQUISADORA: Isso... Como você escolheu a área de pesquisa?

A7: *Não é a área... é a linha, a linha de pesquisa.*

A6: *Linha de pesquisa.*

A7: *Que a linha é mais específica.*

A6: *Porque a área é mais abrangente.*

A7: *É muito amplo... que daí já vem lá da parte da graduação...*

O debate prosseguiu por longo período. Outros pontos importantes foram levantados pelo grupo, tais como: a necessidade de conhecimentos prévios relativos ao assunto investigado, que envolve a leitura de livros e artigos científicos, a divulgação dos resultados também na forma de artigos.

Ao final do encontro, ao socializarem suas visitas, que fundamentaram a discussão das ideias dos licenciandos que foram surgindo do decorrer do debate, chegamos a um rol de questões julgadas pelo grupo como importantes a serem feitas aos acadêmicos dos laboratórios de pesquisa. As referidas questões estão descritas a seguir e também elencadas no (APÊNDICE 4).

- 1) *Qual o objetivo da sua pesquisa?*
- 2) *Qual o seu problema de pesquisa?*
- 3) *Qual a contribuição social de sua pesquisa?*
- 4) *Qual o impacto da sua pesquisa na sociedade?*
- 5) *Qual metodologia você usará para resolver seu problema de pesquisa?*
- 6) *Por que/como escolheu essa linha de pesquisa?*
- 7) *Qual a influência do orientador na sua escolha?*
- 8) *Qual é a sua fonte de pesquisa?*
- 9) *Como ocorre a divulgação da sua linha de pesquisa?*

Ao longo do debate, foi perceptível que os licenciandos refletiram a respeito de suas representações trazidas inicialmente nos relatos das visitas e essa reflexão possibilitou-lhes mudanças em suas percepções. A esse respeito, apoiamo-nos em Sasseron (2013, p. 43) que argumenta “[...] por meio do debate entre os pares que, muitas vezes, os conhecimentos científicos são organizados”. A autora ainda ressalta que não é tarefa fácil gerar uma interação discursiva, a qual implica em saber questionar e ouvir o interlocutor.

Corroborando com a mesma linha de pensamento, Carvalho (2013b) argumenta sobre a importância de estudantes expressarem pontos de vista diferentes em uma discussão acerca de um tema. Compreendemos que nesse processo podem ser construídas novas explicações ao comparar suas opiniões àquelas apresentadas por seus colegas.

Cada licenciando realizou quatro entrevistas, englobando acadêmicos de IC, mestrando, doutorando e coordenador do grupo de pesquisa. Ressaltamos que os conteúdos das entrevistas (APÊNDICE 5), tratam da análise de partes de um artigo científico sobre eletroquímica¹, a análise de livros didáticos^{2,3,4} desenvolvida pelos participantes no decorrer do terceiro encontro do curso, a resolução das questões (APÊNDICE 6), bem como a leitura e discussão do texto 2⁵ não serão analisados e discutidos na presente tese, pois estes dados todos não foram contemplados no objetivo de nossa pesquisa. No entanto, os elementos acima mencionados poderão ser objeto de análise futura.

Análise do 3º Encontro

Iniciamos o encontro com a socialização das entrevistas realizadas pelos licenciandos e suas novas percepções a respeito da caracterização do trabalho em um laboratório de pesquisa. Provocamos o debate com a inserção das seguintes questões: Que pontos importantes vocês levantaram com as novas questões? Que diferença vocês perceberam entre o trabalho de laboratório de pesquisa e de graduação? De tudo isso, o que é fundamental para diferenciar as atividades nos diferentes laboratórios? Onde vocês encontram as informações

¹ OLIVEIRA, R; et al. Eletrodos de FTO modificados por eletrodeposição direta de ouro: produção, caracterização e aplicação com sensor eletroquímico. **Química Nova**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 146-155, 2016.

² FELTRE, R. **Físico-química**. São Paulo: Moderna, 1974. v. 2.

FELTRE, R. **Fundamentos de Química**: vol. único. 3. ed. rev. ampl. São Paulo: Moderna, 2000.

³ ATKINS, P; DE PAULA, J. **Físico Química**. Rio de Janeiro: LTC, 1978.

ATKINS, P; DE PAULA, J. **Físico Química**. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v. 2.

⁴ RUSSELL, J. B. **Química Geral**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1981.

RUSSELL, J. B. **Química Geral**. 2. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1994. v. 2.

⁵ *Spin Nuclear e a Imagem de Ressonância Magnética*. In BROWN, T; et al. **Química**: a ciência central. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

necessárias para realizar um experimento no EM? E no ensino de graduação? E nos laboratórios de pesquisa?

As informações importantes que os licenciandos verbalizaram foram anotadas na lousa, com intuito de socializá-las e de gerar um debate com o grande grupo. A seguir, apresentamos alguns fragmentos do diálogo estabelecido entre pesquisadora/licenciandos.

PESQUISADORA: [...] como é que funciona realmente um laboratório de pesquisa? E você A4?

A4: [...] eu entrevistei primeiro o rapaz de doutorado que foi o que eu assim o que eu consegui mais, entender, porque é um laboratório meio louco [...]; [...] o objetivo dele é tentar, é desenvolver um dispositivo de microfluídica, dispositivo de biossensor pra detectar câncer através das biomoléculas que são os kits que vão mais desenvolver alguma doença, [...].

A5: [...] O graduando lá falou assim mais de boa assim, o que eu reparei que tem uma língua mais próxima à minha, aí já mestrando e o doutorando tem uma língua mais científica, tinha mais coisa, palavras que eu nem sabia [...].

A3: [...] todo trabalho que a professora direciona ali é, [...], toda pesquisa dela é voltada pra algo que ela pode fazer de bom, poderia fazer de bom pra sociedade [...]; [...], ela deixou bem claro assim é que infelizmente a gente não tem mais recursos financeiros, se a gente tivesse a gente podia avançar e muito na nossa pesquisa [...].

A1: [...] deu pra perceber que a intenção é montar um banco de dados pra adquirir mais conhecimentos mais aprofundado daquelas moléculas que eles trabalharam e não tinha aplicação direta para sociedade e sim para a comunidade científica, para obterem mais informações [...].

A6: [...] e eles trabalham mais assim, voltado pra novas metodologias nessa parte de alimentos, tanto na extração de óleos quanto de ácidos graxos. [...] as pesquisas deles também é mais voltada assim pro âmbito da, de pesquisa né, não tem muita influência na sociedade [...].

Observando os fragmentos de falas dos cinco licenciandos que manifestaram (A4, A5, A3, A1, A6) sobre suas novas percepções, a partir de uma segunda visita ao laboratório e realização de entrevistas, percebemos destaques quanto aos objetivos de pesquisa, linguagem científica, contribuição que as pesquisas podem trazer, tanto para a sociedade quanto para a

comunidade científica, bem como as dificuldades que os pesquisadores encontram atualmente. Dentre estas, destacamos a de conseguir recursos para suas pesquisas.

Com relação à dificuldade em entender a linguagem científica, mencionada pelo licenciando A4 e A5 ao se inteirarem das pesquisas feitas nos laboratórios visitados, concordamos com Carvalho (2013a) ao afirmar que as ciências necessitam para expressar suas construções, além da linguagem verbal e escrita, a linguagem matemática, figuras, gráficos, tabelas. Somente desse modo, será possível comunicar o conhecimento científico.

As afirmações de A1, A4, A2 e A3 mostraram o quanto o ensino acadêmico é compartimentalizado, fazendo os licenciandos perderem a visão do todo, pois suas ideias estão fortemente influenciadas pelo pensamento newtoniano-cartesiano, muito comum nas universidades. A influência deste pensamento “fragmentou o saber, repartiu o todo, dividiu os cursos em disciplinas estanques, em períodos e em séries” (BEHRENS, 2013, p. 22).

A autora citada traz a noção da concepção de rede, que trata o conhecimento como algo em constante transformação, ou seja, a produção deste evolui, cria e recria, acrescenta e transforma num processo intermitente. Assim, as afirmações dos licenciandos A1, A3, A4 e A6 revelaram indícios de um entendimento de que o conhecimento é algo que sofre transformações, que se unem em rede com as várias áreas do conhecimento, acompanhando as transformações da sociedade.

A discussão dialogada com os alunos teve continuidade, com a seguinte provocação:

PESQUISADORA: Então o que é importante levantar?

A3: *Os experimentos da graduação, eles são voltados todos para, ah mais para observação, comprovar que, comprovar que a teoria tá correta, eu acho que dá aquela, autenticar a teoria né, provar a teoria. Já no de pós-graduação [...] eles tão trabalhando com algo novo, eles ficam tentando criar uma coisa, [...], então o objetivo do experimento ali é criar algo novo e não observar alguma coisa que já tem.*

PESQUISADORA: E aí A5?

A5: *Na graduação, eu reparei isso mesmo, é reprodução, você reproduz algo que já tem feito, e a pós-graduação seria descobrir novos caminhos, novos elementos, tudo novo, sempre a descoberta de coisa nova, [...]*

PESQUISADORA: E aí A4? Há diferença do trabalho nos dois laboratórios?

A4: *Ah acho que a gente já sabe o que é pra fazer ali, no laboratório de graduação a gente já tem tudo ali na apostila é só seguir e tudo mundo faz a mesma coisa, no de pós-graduação é mais, é como se fosse uma tentativa, né.*

A6: *É, já tem a resposta pronta do professor, enquanto o de pós-graduação você que vai ter que se questionar o que tá acontecendo ali. E não necessariamente você vai encontrar assim uma resposta, que as vezes ninguém passou por aquilo.*

PESQUISADORA: [...] alguém vai falar mais alguma coisa sobre a diferença do trabalho de um do outro...

A1: [...]. *O preparo teórico, em pesquisa, em estudo, na graduação você faz uma leitura na apostila e segue o procedimento, agora na pós-graduação não, você tem que estudar bem os métodos que você vai usar, as propriedades do que você tá utilizando, [...]*

A2: *No laboratório da graduação o que você faz lá, você tá provando que o que você aprendeu sobre química, é verdade, tá certo, e... tá certo assim, ele é a comprovação da teoria, [...] E na pós-graduação, sei lá você tem... você que tem que... avançar na sua pesquisa, [...], e eles leem a teoria existente e digamos assim a partir daquela teoria que eles vão fazendo os experimentos pra ver os resultados.*

Uma ideia muito comum entre os docentes consiste na visão de que no laboratório se comprova a teoria vista em sala de aula, também pode ser evidenciada nos excertos dos licenciandos. Para Pereira (2010, p. 83), “o EC tem sido pautado na transmissão de conteúdos prontos aos alunos por meio de livros, apostilas ou roteiros pré-estabelecidos”. O autor também alerta a respeito da visão empirista, de que a ciência possui verdades absolutas, pode gerar prejuízos para o ensino e na aprendizagem, pelo fato do sujeito reproduzir passivamente conteúdos fragmentados com a falsa ideia de que existe uma resposta única para qualquer questão.

As atividades experimentais, nas quais o roteiro é seguido como uma partitura, “são geralmente, realizadas de modo isolado do contexto de ensino, utilizadas após o desenvolvimento de determinado conteúdo em sala de aula, afim de que o aluno verifique ou comprove o que foi discutido” (SUART, 2014, p. 71). Para Abib (2011, p. 126), é uma tentativa de “concretização de conceitos científicos”.

Concordamos com os autores que a experimentação não pode conduzir o aluno àquilo já esperado encontrar por ele, pois, conforme afirma Costa (2000), é preciso dar oportunidade aos estudantes para poderem romper com o senso comum. A experimentação é necessária para propiciar um momento de discussão dos resultados encontrados e que os alunos tomem consciência de suas ações, resultando em uma melhor aprendizagem de conceitos científicos. Acreditamos que a experimentação investigativa, se mediada adequadamente pelo professor, consegue mobilizar os alunos para tal.

Dando continuidade ao debate...

PESQUISADORA: [...] Quando vocês vão para aula experimental da graduação, ao chegarem lá, qual é o cenário que vocês veem?

A3: *Tudo pronto, tudo montado.*

A6: *Os materiais separados. Tudo que será usado, já tá tudo... tudo no lugar.*

A1: *O técnico já deixa tudo pronto em cima daquela prancheta.*

A2: *Às vezes até o reagente que você vai usar já tá na bancada. Só quando é um ácido muito forte assim, tem que ir lá na capela. [...]*

PESQUISADORA: Então para que servem o roteiro, a apostila?

A1: *Só pra execução.*

A6: *Pra reprodução mesmo.*

A3: *Ela que vai te nortear, você tem que caminhar pelos passos da apostila, se você fugir daquilo, alguma coisa vai dar errado, e se você seguir a apostila há uma probabilidade boa que aquele experimento, que ele dê certo [...].*

A2: *Ou às vezes você sabe o que vai dar, mas você fica tentando mudar um componente.*

Identificamos nos relatos dos licenciandos A1, A2, A3 e A6, que o roteiro é para ser reproduzido nas aulas experimentais, objetivando buscar a resposta certa, embora muitas vezes é previamente conhecida. O relato de A3 confirmou a necessidade de caminhar pelos passos da apostila, para que o experimento desse a resposta correta. Para Rosito (2000), não se pode aprender Ciência por meio de roteiros, pelo fato destes apresentarem uma sequência linear de atividades. Portanto, é preciso romper com essa visão simplista na experimentação.

A importância da proposição de problemas experimentais que sejam próximos à realidade dos alunos, certamente permitirá que estes pensem em alternativas de procedimentos para resolver os problemas propostos. O estudo de Gondim e Mól (2007) realizado com alunos ingressantes no curso de Licenciatura em Química da UNB em Brasília, constatou que os mesmos alunos quando não possuem um roteiro pré-definido, a princípio julgavam-se perdidos, porém ao final, a atividade torna-se mais desafiadora.

Nesse sentido, acreditamos que ao propor atividades desafiadoras, o professor oportuniza os alunos a reflexão, ou seja, necessitam pensar em alternativas, bem como elaborar hipóteses buscando soluções para resolvê-las. Esse processo possibilita o envolvimento do aluno com a atividade, favorecendo assim a construção de conhecimentos.

PESQUISADORA: Então, se alguém perguntasse para vocês: qual é a diferença de um laboratório de graduação e de pesquisa? O que iriam responder?

A3: *Ah basicamente, sendo curto e grosso, o laboratório da graduação ele é todo montado para o ensino, pra reprodução pra comprovar que o que tá na literatura ali tá correto, porque se tá na literatura teve que ter alguma evidência experimental, não está na literatura à toa. Já o laboratório de pós-graduação eles trabalham com uma coisa nova, que as vezes nem tenha em livros, lá eles fazem pesquisas, trabalham com problemas que ainda não tem soluções, praqueles problemas.*

A5: *[...] o objetivo da graduação é o ensino, é ensinar todo aquele procedimento como que faz, pedir pra alguém fazer aquele procedimento seguindo apostila, é aquilo ali. Agora o da pós-graduação o objetivo é de pesquisa, é buscar coisa nova, é ver outros caminhos, ah então é totalmente novo, [...].*

A4: *Acho que de pós-graduação também responderia que tem objetivos, que tem que resolver problemas através dos experimentos, dos métodos da pesquisa. E de graduação é pra você seguir aquilo ali pra ver se comprova a teoria.*

A2: *Ah de graduação pra você provar é... o que você estuda [...], e no de pós graduação você que segue, você que faz, lá onde eu fui lá você faz seu horário, as suas importâncias e... vai realizando um teste novo, [...].*

A1: *Que a rotina nos dois é bem diferente, o laboratório da graduação você segue um roteiro previamente elaborado, no caso o material de apoio, e a finalidade é a pesquisa, desculpa, o ensino, você adquirir técnicas. O laboratório da pós-graduação é o contrário você trabalha com temas novos, [...].*

Analisamos as respostas e compreendemos que os licenciandos começaram a ter uma nova percepção a respeito do trabalho desenvolvido nos diferentes tipos de laboratórios, pois no laboratório de graduação, em geral, os experimentos são desenvolvidos com base em roteiros pré-definidos. Sendo que, muitos deles já fazem parte dos livros didáticos. Enquanto que, no laboratório de pós-graduação, também se elaboram novos experimentos, mas com base em pesquisas.

No segundo momento do encontro, os licenciandos receberam o texto 1 que consiste em partes de um artigo¹ de divulgação científica, em português, voltado à descrição de resultados experimentais obtidos em laboratório de pesquisa. O artigo foi escolhido por

¹ OLIVEIRA, R; et al. Eletrodos de FTO modificados por eletrodeposição direta de ouro: produção, caracterização e aplicação com sensor eletroquímico. **Química Nova**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 146-155, 2016.

abordar a aplicação do conhecimento teórico de um tema, no caso eletrodos, contido também em livros didáticos da área de físico-química, conforme será visto com mais detalhes. Escolhemos analisar somente parte das páginas do artigo, grifando trechos que evidenciassem a aplicação do eletrodo em questão e o impacto do seu uso na sociedade. Outros pontos foram debatidos, tais como: o objetivo do trabalho publicado, a literatura especializada e as referências. Os dados analisados também foram as datas de recebimento, de aceite e de publicação do artigo.

Após análise e discussão dos pontos relevantes do artigo, os licenciandos iniciaram, em duplas, uma análise de livros didáticos do EM e ES. Para tanto, cada dupla recebeu dois livros^{1,2,3} do mesmo autor, com edições publicadas em anos diferentes. Foi feito um rodízio entre as duplas. Assim, todos puderam analisar os três pares de livros.

Os licenciandos puderam confrontar nos respectivos livros, as datas de publicação, os conteúdos sobre eletroquímica, a aplicação de eletrodos e as referências. As observações relevantes levantadas por eles foram descritas na lousa, com vistas a fomentar uma discussão sobre as características dos dois meios de publicação examinados (artigos e livros). Ao final do debate, apresentamos aos licenciandos as seguintes questões:

- Há referências bibliográficas nos livros? Se não há, qual seria o motivo?
- Por que determinados assuntos se encontram em um livro do mesmo autor e em outro não?
- Refletir sobre as diferenças entre o artigo e os livros analisados.

As respostas das questões acima apresentadas nos foram enviadas via e-mail, um dia antes do encontro seguinte (APÊNDICE 6).

Esclarecemos que as informações obtidas no segundo momento, também não serão analisadas e discutidas no corpo dessa tese, pois não estão relacionadas as nossas questões de pesquisa.

Análise do 4º Encontro

No primeiro momento do encontro, propusemos um debate a respeito das questões respondidas sobre o livro didático e artigo científico. Assim, os licenciandos fizeram

¹ FELTRE, R. **Físico-química**. São Paulo: Moderna, 1974. v. 2.

FELTRE, R. **Fundamentos de Química**: vol. único. 3. ed. rev. ampl. São Paulo: Moderna, 2000.

² ATKINS, P; DE PAULA, J. **Físico Química**. Rio de Janeiro: LTC, 1978.

ATKINS, P; DE PAULA, J. **Físico Química**. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v. 2.

³ RUSSELL, J. B. **Química Geral**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1981.

RUSSELL, J. B. **Química Geral**. 2. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1994. v. 2.

comparações, começando pelo quesito tempo para publicação de um artigo, em relação ao tempo de publicação de determinados assuntos em livros. Em seguida, compararam também os conteúdos “eletroquímica e eletrodos” nos livros analisados e também no artigo analisado no encontro anterior. Durante o desenvolvimento dessa atividade, acrescentamos ao grupo de licenciandos os seguintes questionamentos:

- Comparando dois livros do mesmo autor, de diferentes edições, houve acréscimo de conteúdo?
- Onde foram produzidos os novos conhecimentos inseridos no livro?
- O que se pode afirmar em relação ao tempo de inserção de novos conhecimentos no livro didático?
- Será que o conhecimento sobre eletrodo se originou de um único artigo científico? Ou houve muita discussão?

Para que os licenciandos entendessem o critério de validação dos conhecimentos inseridos em livros didáticos, os mesmos receberam o texto 2¹.

Após o entendimento dos licenciandos acerca das características dos dois meios de divulgação científica, achamos conveniente fazer um resgate dos pontos relevantes desenvolvidos no curso, com o intuito de promover-lhes a percepção da evolução obtida a respeito do que se entende por conhecimento científico, já validado pela comunidade científica e aquele ainda em fase de construção e validação nos laboratórios de pesquisa.

Esse resgate pode sintetizar o entendimento dos licenciandos acerca do trabalho desenvolvido nos laboratórios de graduação e pós-graduação.

Quanto às condições de segurança tão enfatizadas por eles, ficou claro que as mesmas são comuns e importantes nos dois ambientes discutidos.

Em relação à estrutura física, eles concluíram que a mesma deve ser muito semelhante nos dois laboratórios, podendo ser mais sofisticada no caso do laboratório de pesquisa. No entanto, os trabalhos desenvolvidos naqueles espaços são diferentes. Ou seja, no laboratório de pesquisa são formulados problemas e, os mesmos devem ser respondidos com desenvolvimento de pesquisas. Isso já não ocorre no laboratório de graduação. Portanto, para esses licenciandos, no laboratório de graduação se reproduz experimentos com base em roteiros. No entanto, no de pesquisa podem ser idealizados novos experimentos com intuito de resolver problemas e produzir novos conhecimentos.

¹ *Spin Nuclear e a Imagem de Ressonância Magnética*. In BROWN, T; et al. **Química**: a ciência central. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

Tais pontos compreendidos pelos licenciandos da pesquisa foram importantes para dar início ao desenvolvimento do EI, na segunda parte do quarto encontro.

Na nova etapa do curso, antes de iniciar a abordagem do EI, seguido da experimentação investigativa, os licenciandos responderam individualmente e na forma escrita, um questionário contendo 5 questões (APÊNDICE 7). Este teve a finalidade de averiguar seus conhecimentos a respeito de questões relacionadas ao papel da experimentação para o EQ.

Em relação à questão 1, que abordava o papel do experimento no EQ, foi possível estabelecer duas categorias, a saber: 1.1) Caráter comprobatório ou demonstrativo de uma teoria; 1.2) Ponto de partida para construção do conhecimento. As referidas categorias estão organizadas nos quadros de 10 e 11.

Quadro 10 – Categoria 1.1: experimento como caráter comprobatório ou demonstrativo de uma teoria.

Sujeitos	Excertos
A2	<i>o papel é comprovar as teorias que aprendemos nos livros didáticos.</i>
A4	<i>ensinar o que já é teoricamente comprovado, [...].</i>
A5	<i>experimento tem como papel de ensinar a manusear e demonstrar o porquê e como acontece.</i>
A6	<i>[...] explicar com as teorias conhecidas e por final demonstrar como funciona a teoria.</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

Observamos nos fragmentos de respostas que os referidos quatro licenciandos ainda continuaram apresentando uma visão empiricista ou reducionista de ciência. Essa crença dos alunos de que a atividade experimental tem o poder de comprovar a teoria, pode ser influência de uma visão dogmática de ciência promovida por professores durante a formação construída no EM (GALIAZZI; GONÇALVEZ, 2004). Visões inadequadas, de que a prática serve para comprovar a teoria, bem como todo o conhecimento produzido pela ciência é verdadeiro e inquestionável, convergem para as ideias de Cachapuz, et al., (2005) sobre as possíveis visões deformadas da ciência, ou seja a visão empírico-indutivista ligada à ideia de “descobertas” e a visão rígida que percebe o método científico como uma sequência de etapas a serem seguidas.

Quanto ao conhecimento fundamentado no senso comum, apresentado pelos licenciandos sobre o papel da experimentação no ensino, Suart (2014, p. 82) comenta que:

[...], muitas dessas concepções estão enraizadas em pressupostos empiristas e indutivistas, os quais não valorizam características próprias das investigações científicas, como formulação de problemas, proposição de hipóteses e desenvolvimento de procedimentos.

Quadro 11 – Categoria 1.2: experimento como ponto de partida para construção do conhecimento.

Sujeitos	Excertos
A1	<i>[...] a partir do experimento o aluno deve começar a construir o conhecimento.</i>
A3	<i>[...] a finalidade de auxiliar o processo de construção do conhecimento do aluno.</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

Em um primeiro momento, percebemos que os dois licenciandos destacados entenderam o experimento enquanto tendo o papel de contribuir no processo de construção do conhecimento. Isso demonstra uma visão mais elaborada acerca do EC. Ou seja, apresenta a ideia de que o experimento não tem um fim em si mesmo, mas sim um papel pedagógico no ensino.

Na Questão 2, os licenciandos foram questionados a respeito de como devem ser as atividades experimentais nas aulas de química. Dadas e analisadas suas respostas, foram estabelecidas 6 categorias: 2.1) Visão utilitarista das atividades experimentais; 2.2) Explicar um fenômeno estudado; 2.3) Não deve demonstrar uma teoria; 2.4) Deve preceder uma teoria; 2.5) Deve ser relacionado ao cotidiano dos alunos; 2.6) Deve ter material de apoio. As respectivas categorias estão organizadas nos próximos seis quadros na sequência.

Quadro 12 – Categoria 2.1: Visão utilitarista das atividades experimentais.

Sujeitos	Excertos
A5	<i>[...] para saber que tal atividade experimental serve para fazer o que e quando.</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

O argumento desse licenciando evocou a ideia de que a ciência tem caráter utilitarista, devendo “servir para alguma coisa”. Acreditamos que tal visão pode ser influência da educação científica do estudante repassada no ensino (OLEQUES, et al., 2013).

Quadro 13 – Categoria 2.2: Explicar um fenômeno estudado.

Sujeitos	Excertos
A6	<i>[...] consiga ter conclusões sobre o que está acontecendo e porque aconteceu isso.</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

Percebemos no excerto que o licenciando demonstrou entender por meio do experimento, se pode concluir algo sobre o fenômeno em questão, bem como o mesmo estar relacionado à ilustração de um conceito. Portanto, o experimento tem a função de comprovar a teoria (SILVA; ZANON, 2000).

Quadro 14 – Categoria 2.3: Não deve demonstrar uma teoria.

Sujeitos	Excertos
A3	<i>[...]. O experimento não deve ser realizado apenas como forma de demonstrar que aquilo que está na literatura é verdadeiro.</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

Notamos que o licenciando A3, como já discutido na categoria 2.1, parece ter uma visão de ciência que se distancia de visões mais empiristas/indutivistas, ou seja, o licenciando não viu o experimento com função de comprovar a teoria.

Quadro 15 – Categoria 2.4: Deve preceder uma teoria.

Sujeitos	Excertos
A1	<i>Os experimentos devem preceder a teoria.</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

O licenciando manifestou em seu exposto uma visão baconiana, empirista: o conhecimento começa com a observação. Na verdade, seria o contrário. De acordo com Wellington (1998, apud GALIAZZI; GONÇALVES, 2004, p. 327), os experimentos dependentes de alguma teoria, “não são realizados no “vácuo teórico”, isto é, as predições, observações e inferências são sempre originadas a partir de uma teoria”.

Quadro 16 – Categoria 2.5: Deve ser relacionado ao cotidiano dos alunos.

Sujeitos	Excertos
A2	<i>[...] devem ocorrer com mais frequências, e relacionados com o cotidiano das pessoas [...].</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

O fragmento em destaque mostra uma crítica à falta de experimentos no EQ, principalmente no EM. Em geral, os professores trabalham mais teoria e quase não realizam experimentos, sejam no laboratório ou na sala de aula. Quanto aos experimentos estarem relacionados ao cotidiano, faz sentido o argumento do licenciando, pois quanto mais próximos do cotidiano do aluno estiverem os temas trabalhados na escola, mais fácil será para o mesmo aplicar o conhecimento aprendido (ECHEVERRÍA; POZO, 1998).

Quadro 17 – Categoria 2.6: Deve ter material de apoio.

Sujeitos	Excertos
A4	<i>Deveria sim ter uma apostila no intuito de orientar os alunos, [...].</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

Podemos entender que o licenciando A4 valorizou o roteiro como guia ou orientação para os estudantes no desenvolvimento de um experimento. Sua visão de experimentação implicou em seguir um método definido, seguir uma “receita de bolo”.

Perguntamos aos licenciandos, na questão 3, se para desenvolver experimentos com vistas a ensinar conceitos químicos seria preciso percorrer os mesmos caminhos dos cientistas. Eles deveriam justificar sua resposta. Suas respostas sugeriram o estabelecimento de três categorias: 3.1) Não, porque a escola só ensina conceitos consolidados; 3.2) Não, porque na escola o experimento deve ser mais simples; 3.3) Sim, porque os experimentos devem partir de uma problematização. As referidas categorias estão organizadas com seus respectivos excertos nos quadros a seguir.

Quadro 18 – Categoria 3.1: Não, porque a escola só ensina conceitos consolidados.

Sujeitos	Excertos
A2	<i>eu acho que não, [...] os conceitos químicos já estão determinados ou consolidados, para ensinar aos alunos não é necessário o desenvolvimento de novos experimentos para provar algo, que já está pronto.</i>
A3	<i>não, [...] o objetivo é apenas de levar conhecimento já consolidados aos alunos.</i>
A5	<i>não, porque algo que irá abordar já terá um estudo detalhado por trás, as ideias, só serão ensinadas se for consolidada.</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

Identificamos nos fragmentos de respostas desses três licenciandos, que na escola se discute apenas conhecimentos já consolidados. Acreditamos que esta ideia construída por eles, foi consolidada no contexto do curso de extensão, quando se discutiu a diferença entre um artigo científico e um livro didático. Nesse ambiente, deu-se o início, a nosso ver, uma tomada de consciência das diferenças entre experimentação como comprovadora de teorias e experimentação por investigação, no sentido de contribuir de fato para o aprendizado do aluno.

Quadro 19 – Categoria 3.2: Não, porque na escola o experimento deve ser mais simples.

Sujeitos	Excertos
A4	<i>não, por ser voltado ao ensino, sem nenhum fim de inovação, aplicar experimentos considerados mais simples seria uma maneira mais fácil de analisar e compreender determinado conteúdo.</i>
A6	<i>não é preciso, pois o professor pode simplesmente explicar e falar os conceitos químicos.</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

A resposta de A4 nos pareceu bastante consistente. Não se espera do ensino uma atividade de “inovação científica”, mas da difusão de um conhecimento já consolidado. Isso

não significa que não deva haver inovações na forma de ensinar. Novas pedagogias devem ser desenvolvidas para superar um modelo já sabidamente falido de escola.

Embora o licenciando A6 ter afirmado não ser preciso seguir os mesmos caminhos dos cientistas, fica evidente para ele, na forma como a atividade experimental é abordada na escola, basta a aula expositiva. Contudo, se a aula for experimental e a intenção do professor é obter maior aproveitamento, melhor o professor seguir os mesmos caminhos dos cientistas, como se depreende pelo fragmento abaixo:

A6: *Porém para um melhor entendimento e aproveitamento do conteúdo e da experimentação seria melhor que os alunos seguissem os mesmos caminhos dos cientistas, [...].*

Os licenciandos A4 e A6 expressaram que o compromisso maior da escola é com a compreensão dos alunos pelos conteúdos científicos e, para essa finalidade, as aulas expositivas dariam conta.

Embora os licenciandos não tenham deixado claro o que seria “seguir os mesmos caminhos dos cientistas”, inferimos que eles apontam a necessidade de, ao menos, se fuja do modelo clássico de atividade experimental, com um roteiro estilo “receita de bolo” pronto, bastando apenas repetir uma sequência correta de operações unitárias, visto muitas delas provavelmente não fazerem sentido.

Quadro 20 – Categoria 3.3: Sim, porque os experimentos devem partir de uma problematização.

Sujeitos	Excertos
A1	<i>sim, pois a construção do experimento deve partir de uma problematização e a partir daí realizar uma investigação.</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

Interessante notar que dos seis licenciandos, só A1 afirmou a necessidade de se aproximar dos caminhos dos cientistas ao se desenvolver um experimento para ensinar conceitos, salientando a necessidade de se partir de uma problematização para em seguida proceder uma investigação.

Na questão de número 4, foi perguntado quais etapas eles julgariam importantes para a construção de uma atividade experimental. As respostas possibilitaram a identificação de três categorias, a saber: 4.1) Deve partir dos conhecimentos prévios dos alunos; 4.2) Deve iniciar pela observação; 4.3) Deve ter objetivo. As referidas categorias estão organizadas nos quadros de números 21 a 23.

Quadro 21– Categoria 4.1: Deve partir dos conhecimentos prévios dos alunos.

Sujeitos	Excertos
A2	<i>pré-teoria ou conhecimento prévio do assunto [...].</i>
A3	<i>[...] breve fundamentação teórica pois o aluno deve possuir conhecimento prévio sobre o assunto estudado. [...].</i>
A4	<i>Inicialmente ter conhecimento sobre o assunto, o que é, e para que serve: ter um conhecimento prévio antes de realizar o experimento, [...].</i>
A6	<i>Para uma boa construção de uma de uma atividade experimental é preciso que ocorra um momento de questionamentos e discussões sobre o que os alunos sabem do conteúdo e então há o momento de realização do experimento [...].</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

Identificamos que os licenciandos A2, A3, A4 e A6 consideraram importante partir dos conhecimentos prévios do aluno para o desenvolvimento de um experimento. Porém, o licenciando A3 parece ter entrado em contradição em relação àquilo dito anteriormente, pois na categoria 2.2, ele afirmou que o experimento não deve ser realizado para comprovar a teoria e, naquele momento considera importante ser trabalhada a teoria antes de fazer o experimento.

A valorização dos conhecimentos prévios dos alunos é defendida por vários autores, dentre eles, destacamos: Hodson, 1988; Pozo; Crespo, 1998; Azevedo, 2013, isso porque, atividades educativas capazes de promover aprendizagem devem iniciar pelos conhecimentos que o aluno já possui.

Quadro 22 – Categoria 4.2: Deve iniciar pela observação.

Sujeitos	Excertos
A1	<i>realização do experimento (observação), [...].</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

O interessante dessa resposta é a concepção de que *o conhecimento começa com a observação*. Trata-se de uma visão empirista ingênua, surgida no século XVII com Francis Bacon, mas que ainda permeia o imaginário da sociedade. Tal visão tem sido confirmada em resultados de pesquisas com professores e alunos (MEDEIROS; BEZERRA FILHO, 2000).

Quadro 23 – Categoria 4.3: Deve ter objetivo.

Sujeitos	Excertos
A5	<i>1º objetivo (quer ensinar o quê?)</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

Concordamos com o licenciando A5, que o professor deve ter um objetivo claro sobre o experimento a se desenvolver com os alunos, mesmo porque o experimento deve ter sim, uma função pedagógica no ensino. Sobre essa questão, Borges (2002) afirma que os professores devem realizar experimentos com fins pedagógicos, sabendo diferenciá-los dos experimentos realizados pelos cientistas.

Em relação à questão 5, foi solicitado o que poderia ser feito para se transformar um procedimento experimental clássico (baseado em um roteiro do tipo “receita de bolo”) em um procedimento com caráter investigativo. Por meio de suas respostas, estabelecemos três categorias: 5.1) Criar uma problematização; 5.2) Mudando a quantidade dos reagentes; 5.3) Reproduzindo o experimento sem o procedimento. Os quadros de números 24 a 26 mostram as respectivas categorias e seus excertos.

Quadro 24 – Categoria 5.1: Criar uma problematização.

Sujeitos	Excertos
A1	<i>[...] . Elaborar uma nova problematização.</i>
A3	<i>[...] , levantar questões problemas e levantar discussões sobre o que está acontecendo em determinado momento.</i>
A5	<i>Primeiramente abordar um problema, com isso buscar os objetivos. Em segundo abrir um questionamento para chegar no procedimento, [...].</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

Observamos nos fragmentos de respostas que dos seis licenciandos, três (A1, A3 e A5) afirmaram que uma boa maneira de dar um caráter investigativo ao experimento, seria pensar em uma problematização. Suas respostas denotaram uma ideia correta de que para investigar, é preciso partir de uma pergunta ou de um problema, pois estes vão suscitar os alunos a pensar, levantar hipóteses, buscar respostas. Nesse sentido, concordamos com Bachelard (1996) a respeito da importância de formular problemas, visto todo conhecimento ser a resposta de uma pergunta. Portanto, se não há perguntas não haverá construção de conhecimento. Complementando essa ideia, Pozo e Crespo (1998) sugerem se pretendemos aos nossos alunos usarem seus conhecimentos adquiridos na escola para resolver problemas cotidianos, devemos começar ensinando-lhes a resolver problemas.

Quadro 25 – Categoria 5.2: Mudando a quantidade dos reagentes.

Sujeitos	Excertos
A2	<i>Eu acho que seria interessante retirar as quantidades exatas de alguns compostos a serem utilizados nos experimentos (não de todos componentes).</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

Entendemos essa resposta como um tanto equivocada, pois não apresenta clareza. Suspeitamos que o referido licenciando tenha sido influenciado por um experimento realizado no decorrer dos encontros que, propositalmente a pesquisadora havia adulterado uma amostra

Quadro 26 – Categoria 5.3: Reproduzindo o experimento sem o procedimento.

Sujeitos	Excertos
A4	<i>[...], os alunos poderiam tentar reproduzir o experimento, sem o procedimento da apostila.</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

Notamos que esse licenciando (A4), quando respondeu à questão número 2, categoria 2.5, destacou a importância de se ter um roteiro para orientar o aluno durante o experimento. Mas, naquele momento, ao pensar numa forma de tornar o experimento investigativo, acreditou que sem um procedimento ou roteiro poderia dar a possibilidade para os alunos pesquisar. Acreditamos que tal mudança de pensamento já seria fruto das atividades desenvolvidas no decorrer do curso.

Nessa etapa, iniciamos com os licenciandos o desenvolvimento do EI, partindo do seguinte questionamento: Não seria interessante que nós fizéssemos propostas investigativas no EM? Simultaneamente, os licenciandos receberam um roteiro experimental¹ clássico, para leitura e discussão. Após a leitura do referido roteiro, com intuito de instigar os licenciandos a pensarem em atividades investigativas para o EM, apresentamos as seguintes questões:

- Que tipo de abordagem está sendo considerada nesse roteiro?
- Com todo o conhecimento que vocês construíram até o momento, como desenvolver esse roteiro com uma abordagem investigativa?
- Qual é a importância desse experimento?

PESQUISADORA: [...] Por que seria interessante fazermos essa proposta de investigar no ensino médio? E a proposta da química geral nesse formato?

A6: *Para contextualizar o conteúdo e também fazer a pessoa pensar...*

A5: *Construir seu próprio conhecimento.*

A3: *Acho que iria desenvolver bem mais tua capacidade...*

¹ LISBOA, J. C. F (Org.). **Química 2º ano:** ensino médio. Coleção Ser Protagonista. 1. Ed. São Paulo: Edições SM, 2010.

A5: *Eu peguei por base mesmo na nossa aula, quando a professora Minerva colocou alguns questionamentos de início pra gente estimular a pensar, e depois fazer as perguntas, a gente construiu o próprio conhecimento antes de analisar o resultado[...].*

A3: *[...]. Porque às vezes na correria do experimento você está tão preocupado com o roteiro, pra dar no horário certo, que você vai pra sua casa e as vezes até esquece o que você fez lá, comigo aconteceu várias vezes. [...]*

PESQUISADORA: Essa proposta de investigar, ela tem um nome. [...] Chama Ensino por Investigação. Vocês têm aí, um roteiro clássico, [...] foi retirado de um livro didático. Que informações poderíamos retirar desse roteiro?

A6: *Os conceitos que eles querem que a gente aborde.*

PESQUISADORA: Então, no título já fala, forças intermoleculares, que é a determinação do teor de álcool na gasolina. Esse roteiro tem objetivo, o que mais? Material.

A3: *Procedimento.*

PESQUISADORA: [...] que tipo de proposta é essa? É investigativa?

A3: *Não.*

PESQUISADORA: Por que não é?

A3: *Tá mais pra reprodução.*

A1: *Ele te dá o conceito, pra você fazer análise. Ele já fala óh, usar o conceito de forças intermoleculares. Só faz o experimento depois você vai pensar no que aconteceu.*

A5: *Estaria analisando.*

A3: *Reprodução, demonstração.*

Observamos, nas manifestações dos licenciandos, a percepção deles em relação ao roteiro em discussão que só apresentava passos para se reproduzir o experimento em pauta.

PESQUISADORA: [...], como eu posso transformar esse roteiro em algo investigativo?

A1: *Mudar a problematização?*

A6: *Criar uma problematização, na verdade.*

PESQUISADORA: O que você acha A3?

A3: *[...] Eu acho que o professor tem que instigar ele a discutir, a refletir mais sobre o que está acontecendo. [...]*

PESQUISADORA: O que você acha A5?

A5: *Que nem a A6 falou, tem que criar uma problematização. [...] dá um questionamento sobre o que pode ser feito, sobre o procedimento, analisar os materiais. Mas primeiramente criar um problema.*

PESQUISADORA: O que você acha A4? Como eu transformo esse procedimento em uma atividade investigativa?

A4: [...] primeiro de tudo criar um problema, criar coisas em cima disso. Perguntas em cima disso que nem o A3 falou.

As falas dos licenciandos indicaram o início da compreensão de que, para um experimento ser abordado de forma investigativa, seria necessário a formulação de uma questão problema, a ser previamente apresentada para os alunos.

Existe um consenso entre os pesquisadores que defendem o EI, dentre os quais, destacamos: Perez; Castro, 1996; Suart, 2014; Sasseron, 2015, Zômpero; et al., 2017, que afirmam ao se iniciar uma atividade com características investigativas é preciso propor um problema bem definido. Outro aspecto, também importante, é a mediação do professor durante o desenvolvimento da atividade. O professor precisa dar subsídios aos alunos, propiciando-lhes espaço para a exposição de suas ideias a respeito do assunto, bem como levantar hipóteses, a serem testadas durante o processo de resolução do problema.

De acordo com Echeverría e Crespo (1998, p. 20), “um problema bem definido ou estruturado é aquele no qual é possível identificar facilmente se foi alcançada a solução”. Os autores argumentam ainda que, tanto a proposição do problema, quanto a solução e as etapas percorridas para a resolução devem ser bem definidas.

PESQUISADORA: [...] O assunto envolvido aqui são forças intermoleculares. A gente estuda isso em química geral. Por que esse experimento é importante?

A3: *Porque é voltado pro cotidiano do aluno, é mais fácil pro aluno contextualizar, conciliar a teoria com a prática ou que mostra algo do cotidiano dele.*

A1: *Porque mostra uma aplicação.*

PESQUISADORA: [...]. Que é o ensino por investigação? Ele parte de um problema, só que não pode ser um problema ‘do tipo’: " Qual é a diferença do RMN de um raio X?" Você acha que ele vai saber te responder?

A3: *Não.*

PESQUISADORA: Por que ele não vai saber te responder?

A3: *Está fora, está totalmente fora do cotidiano dele.*

Observamos nos apontamentos do licenciando A3, que na proposição de uma questão problema é importante levar em consideração o cotidiano dos alunos, ou seja, partir daquilo já conhecido pelo aluno. Assim são chamados de conhecimentos prévios “todos aqueles

conhecimentos (corretos ou incorretos) que cada sujeito possui e adquiridos ao longo de sua vida na interação com o mundo que o cerca e com a escola” (POZO; CRESPO, 1998, p. 87).

O prosseguimento da discussão, visando tratar com os licenciandos a importância de se trazer as implicações sociais do conhecimento científico, propiciou a contextualização do conteúdo químico com os alunos do EM.

PESQUISADORA: O que mais podemos levantar a respeito das questões sobre a gasolina?

A3: *Quais os problemas que ela pode trazer pro veículo?*

A5: *A gasolina vem do petróleo, não é?*

PESQUISADORA: Sim.

A5: *É mais difícil de encontrar...*

PESQUISADORA: Sim, é uma fonte renovável ou não renovável?

A3: *Não é.*

A5: *O problema de aumentar o álcool, não precisa muita mais da gasolina.*

PESQUISADORA: Vamos tirar todos os carros a gasolina do planeta e vamos colocar só a álcool. De onde vem o álcool no Brasil?

A1: *Da cana.*

PESQUISADORA: Qual é o problema da monocultura? [...] Nós estudamos em geografia o problema de ter uma só uma cultura agrícola.

A3: *Você deixa de produzir outros alimentos, etc...*

A6: *Acaba com a fertilização do solo. Deixa de produzir outros tipos de alimentos também.*

Os excertos da discussão entre pesquisadora e licenciandos demonstraram a percepção das possibilidades de se trazer questões sociais atreladas aos conhecimentos de química, nesse caso em específico, as forças intermoleculares que existem entre as substâncias álcool e gasolina.

Após reflexão e manifestações dos licenciandos acerca das questões, solicitamos aos mesmos que pensassem em uma abordagem investigativa para o experimento da determinação do teor de álcool na gasolina, entregando por escrito suas ideias, no encontro seguinte (APÊNDICE 9).

Quadro 27 – Elementos considerados pelos alunos no primeiro plano de aula. Determinação do teor de álcool na gasolina com abordagem investigativa.

Licenciandos	Questão Problema	Conhecimentos prévios	Contextualização
A1	Porque a gasolina comercializada o Brasil tem adição de etanol?	Não considerou.	Apresentou texto com muitas informações, porém retiradas na íntegra da internet
A2	Qual a relação entre o ponto de ebulição de uma substância e o funcionamento do motor de um veículo?	A gasolina está presente em suas vidas? O que ela influencia em seu dia a dia? Que diferença faria a ausência dela?	Apresentou um texto com as características físico-químicas da gasolina e aspectos legais da adição de álcool na gasolina.
A3	Para verificar a qualidade do produto, podemos medir o teor de álcool na gasolina. Como podemos fazer isso?	Não considerou.	Trouxe texto com aspectos históricos de compostos adicionados à gasolina, como chumbo tetraetila e álcool.
A4	Não apresentou.	Depois da leitura de um texto, apresentou as questões: Por que adicionar álcool à gasolina? Quais as desvantagens de se adicionar álcool à gasolina? Qual a influência do etanol no preço da gasolina?	Trouxe texto falando das características da gasolina e aspectos legais da adição de álcool.
A5	Muitos donos de postos de combustíveis fazem adulterações na gasolina, misturando-a com solventes mais baratos. Saiu essa reportagem, como isso acontece?	Não considerou.	Não apresentou.
A6	Não apresentou.	O que são adicionados à gasolina para que ela seja adulterada? Quais os danos causados pela adulteração? Como podemos provar essas adulterações?	Sugeri a leitura de dois textos sobre adulteração da gasolina e suas consequências.

Fonte: Elaborado pela autora.

Observamos no quadro 27, a maioria dos participantes da pesquisa, ou seja, quatro dos seis licenciandos (A1, A2, A4 e A5) apresentaram grandes dificuldades em elaborar a proposta. Isso ficou evidente porque não conseguiram apresentar adequadamente os elementos que caracterizam uma atividade com uma abordagem investigativa. Dois deles (A3 e A6) trouxeram alguns elementos importantes de uma atividade investigativa, como contextualização, questões para investigar conhecimentos prévios, questão problema, etc.

Ainda verificamos que o A6 foi um pouco mais além, trazendo inclusive uma questão para avaliar a aplicação do conhecimento.

Ao final desse encontro, comunicamos aos licenciandos sobre as escolas nas quais eles iriam desenvolver atividades, bem como os temas selecionados pelos professores. Esclarecemos que, simultaneamente ao desenvolvimento dos primeiros encontros do curso, contatamos os colégios citados e que aceitaram prontamente receber os licenciandos. Os licenciandos foram organizados e encaminhados para os referidos colégios participantes, distribuindo-se em diferentes séries, atendendo as solicitações dos respectivos professores de Química dos mesmos. Naquele momento, foi também fornecido um tema para cada licenciando, a partir dos conteúdos trabalhados pelos professores responsáveis pelas turmas, a saber: *pilhas, função álcool, concentração de soluções, forças intermoleculares e ácidos e bases*, sendo que o tema *forças intermoleculares* foi atribuído para dois dos licenciandos.

Análise do 5º Encontro

O início do encontro foi marcado pela visita que os licenciandos fizeram ao Laboratório de Análise de Combustíveis (LAC). O LAC presta serviço aos postos de combustíveis de Maringá e região, auxiliando-os na comprovação da não existência de adulteração nos combustíveis. O objetivo da visita seria a compreensão do processo de como se faz a determinação do teor de álcool na gasolina e, posteriormente pudessem reproduzir o experimento no laboratório de ensino. Durante a visita, a química responsável pelo laboratório, Srta. Camila de Oliveira Garrido Castanhari, mestre em bioenergia, forneceu-lhes explicações de aspectos importantes referentes à análise, bem como o porquê da necessidade de se fazê-la constantemente.

Após a visita, os licenciandos retornaram ao laboratório de EQ, para a continuidade do encontro. Na sequência, foi realizada uma leitura dialogada, com apresentação de slides relacionados ao ANEXO 1, pois o mesmo é voltado ao EM e expõe sobre a determinação do teor de álcool na gasolina por meio de uma abordagem investigativa. A apresentação envolveu doze questões, a saber:

- 1 – O autor Gil-Pérez no texto destaca a importância de se valorizar as situações problemáticas abertas. O que seria essas situações problemáticas?
- 2 – Colocar o aluno frente às situações-problema adequadas, o que seria? Você introduziu na sua proposta uma situação-problema adequada?
- 3 – O autor fala em “comunicar os resultados” como propôs isso em sua aula?
- 4 – Qual é o nível de abertura da atividade no seu plano de aula?

5 – Quais são as dificuldades de que o autor trata para realizar as primeiras investigações?

6 – Ficou claro na sua proposta quais são os conhecimentos prévios que devem ser levantados com os alunos?

7 – O que seriam essas implicações sociais?

8 – A maioria dos alunos tem dificuldades para utilizar o conteúdo trabalhado nas aulas experimentais em situações extraídas do cotidiano porque as realizam em um contexto não significativo. O que se conclui diante dessa afirmação do autor?

9 – Seria possível substituir o relatório por outra maneira de comunicação científica?

10 – Como você espera que o aluno produza um texto científico?

11 – Qual seria a forma de promover essa tomada de decisão no material que você preparou?

12 – Você faria alguma modificação em seu plano de aula? No caso de resposta afirmativa, descreva o que você modificaria. No caso de resposta negativa, explique os motivos.

Evidenciamos que tais questões tiveram o intuito fomentar a discussão, buscando promover a compreensão dos licenciandos acerca de elementos importantes a permear uma atividade experimental com caráter investigativo.

Portanto, essas questões foram discutidas e serviram tanto de base para os licenciandos refletirem sobre a situação discutida no texto em pauta, quanto para que pudessem repensar suas propostas de aula. Assim, solicitamos que os licenciandos fizessem reflexões sobre o artigo (texto 3), relacionando-as com situações de seu plano de aula, entregando o material escrito no encontro seguinte (APÊNDICE 11). A partir dessas reflexões, todos os licenciandos refizeram seus planos de aula (APÊNDICE 13).

Frisamos que, nesse encontro, foi necessário discutir com os licenciandos os significados de conceitos apresentados por Zabala (1998), a saber: os *conteúdos procedimentais, atitudinais e conceituais*, pois estes conteúdos foram citados no texto trabalhado e os licenciandos não tinham conhecimento a respeito deles.

A análise textual do conteúdo dos textos com as reflexões dos licenciandos e possíveis mudanças que poderiam fazer em seus planos de aula elaborados, no sentido de deixá-lo mais de acordo com a experimentação investigativa, resultou na emergência das seguintes categorias de classificação em suas reflexões: presença de uma situação problemática, comunicação dos resultados e nível de classificação da atividade.

Comentamos cada uma dessas categorias, com trechos extraídos das reflexões apresentadas.

Na categoria presença de uma situação problemática aberta (SPA), os seis licenciandos destacaram a necessidade da mesma, conforme observamos nos fragmentos de texto descritos no quadro a seguir.

Quadro 28 – Argumentos que justificam a inclusão de uma SPA pelos licenciandos.

Sujeitos	Excertos
A1	<i>[...] Para se iniciar uma atividade com caráter investigativo é levantada uma problematização que se trata de uma situação problemática aberta que deve estar presente no cotidiano dos alunos, deixando a seu critério resolvê-la [...].</i>
A2	<i>O autor Gil Perez destaca sobre situação problemática aberta que permite a interação entre aluno, professor e a comunidade científica, a realização de situações problemas em que a elaboração e a construção sejam realizadas por ambas as partes.</i>
A3	<i>Penso que as situações problemáticas abertas, são situações-problemas onde o aluno possui autonomia para buscar as informações necessárias para formular sua hipótese de resolver o problema proposto na atividade [...].</i>
A4	<i>Na minha opinião, essa situação problemática aberta que Gil-Perez cita, possa ser um debate professor aluno sobre questões sobre o cotidiano envolvendo o conteúdo a ser estudado [...].</i>
A5	<i>Situação problemática aberta seria a criação de um problema que o aluno possa resolver no sentido aberta porque não tem um conteúdo específico.</i>
A6	<i>Para que o ensino experimental seja de forma investigativa e contextualizada, de acordo com o autor Gil-Perez é preciso valorizar as situações problemáticas abertas, sendo que uma situação problemática aberta é aquela em que o aluno é colocado frente a uma situação que ele precisa ir atrás de uma metodologia para solucioná-la [...].</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

Nos excertos acima apresentados, depreendemos que todos os licenciandos mencionaram que uma atividade para ser investigativa deve conter uma SPA. Esse argumento trazido por eles, está respaldado em Ferreira, et al., (2010), ou seja, nos autores do texto base usado para iniciar a discussão sobre experimentação com abordagem investigativa. No texto é citado Gil-Perez que dá destaque a importância de situações problemas e mais abertas, ou seja, aquelas que não possuem uma resposta única, visando promover a aprendizagem. Ou seja, é necessário que o problema proposto esteja ligado a fatos da vida real do aluno, pois o envolvimento deste com a situação desafiadora propiciará o levantamento de hipóteses e até mesmo, a proposição de uma alternativa para resolvê-la.

A categoria comunicação dos resultados foi identificada nos fragmentos de textos de quatro dos licenciandos, conforme mostra o quadro a seguir.

Quadro 29 – Argumentos dos licenciandos que justificam a inserção da comunicação dos resultados.

Sujeitos	Excertos
A1	<i>Como forma de comunicar os resultados obtidos dessa busca existem as produções textuais dissertativas e argumentativas, elaboração de seminários e debates em sala de aula. Aqui seria interessante um trabalho em conjunto com professores de língua portuguesa para trabalhar com os gêneros textuais citados [...].</i>
A2	<i>Na comunicação dos resultados foram realizadas algumas perguntas durante a aula e no fim os alunos executariam o experimento apenas, não foi solicitado nenhuma atividade ou questão.</i>
A4	<i>Em relação a comunicação dos resultados, poderiam ser feitos em forma de questões, seminários, redações, relatório, porém na aula haviam somente algumas questões, mas nada que possa concluir a atividade.</i>
A6	<i>A abordagem investigativa implica também em comunicar resultados que podem ser feitos de diversas formas, como o relatório, respondendo perguntas, entre outras. A forma de divulgação na minha aula foi feita através de um questionamento oral e uma discussão.</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

Notamos que esses licenciandos, ao ressaltarem a importância da comunicação dos resultados em uma atividade experimental investigativa, já a relacionam com o seu plano de aula, especialmente o licenciando A6, ao esclarecer que a comunicação dos resultados da atividade planejada será por meio de questionamentos.

Com a categoria nível de classificação da atividade, vimos que quatro licenciandos fizeram menção aos níveis de investigação, classificando uma determinada atividade, conforme retratada nos fragmentos de textos no quadro a seguir:

Quadro 30 – Argumentos dos licenciandos que justificam o nível de classificação da atividade proposta por eles.

Sujeitos	Excertos
A1	<i>Tendo em vista que forneci todas as indicações necessárias pra a elaboração dos procedimentos e da conclusão da atividade, classifico o plano de aula como nível 1(um).</i>
A2	<i>O nível de atividade no plano de aula foi simples, pois foi dado o problema e os materiais disponíveis.</i>
A4	<i>O nível da atividade no plano de aula, na verdade, eu acho que não se pode afirmar neste caso, nenhum nível, pois não teve atividade que concluísse na forma de resultado.</i>
A6	<i>[...] analisando pela classificação de Borges (2002) o meu plano de aula está avaliado como sendo nível 1. O problema, os caminhos e meios são dados, ficando somente a resposta em aberto [...].</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

Nesse ponto, assinalamos que os licenciandos começaram a refletir sobre as atividades consideradas em seus planos à medida que compreenderam o contexto teórico do texto lido e discutido (FERREIRA, et al., 2010). Esses níveis de abertura ou grau de liberdade, citados no respectivo texto, caracterizam o grau de envolvimento do professor com o material e os alunos. O de nível zero sendo o mais fácil, não ocorre investigação, pois o professor oferece todas as

informações necessárias, inclusive explicitando os resultados. O nível 3 seria o mais complexo, aquele que os alunos teriam mais dificuldades, pois segundo Souza, et al., (2013), “este tipo de abordagem ocorre, com mais frequência quando os alunos desenvolvem projetos ou atividades em feiras de ciências, [...]”.

A análise dos segundos planos de aula dos licenciandos (APÊNDICE 13) utilizou como critérios os seguintes aspectos: a presença de uma questão problema aberta, a valorização dos conhecimentos prévios dos alunos, a vinculação do conteúdo com o contexto social e a forma de comunicação dos resultados, tendo em vista que a discussão do texto 3 (ANEXO 1) realizada com os alunos enfatizou com muita propriedade os referidos pontos. No quadro 31, reunimos o que foi contemplado pelos estudantes em seus planos modificados.

Quadro 31 – Elementos considerados pelos alunos no segundo plano de aula. Determinação do teor de álcool na gasolina com abordagem investigativa.

Licenciandos	SPA Questão problema	Conhecimentos prévios	Vinculação do conteúdo com contexto social	Comunicação dos resultados
A1	Porque a gasolina comercializada no Brasil tem adição de etanol em sua composição?	Não considerou.	Apresentou texto com informações sobre a composição do preço final da gasolina, porém retiradas na íntegra da internet.	Proposta de uma redação sobre os assuntos abordados que responda à questão problema.
A2	Não apresentou.	Não apresentou.	Apresentou três textos com os seguintes assuntos: gasolina no cotidiano, lei da octanagem e forças intermoleculares	Demonstração por meio de cálculo, desenho e explicação para a determinação do teor de álcool de uma amostra.
A3	Uma técnica muito utilizada para verificar a qualidade da gasolina é medir o seu teor alcoólico. Como podemos fazer isso?	Partindo de um esquema apresentado: Defina as misturas e substâncias abaixo como homogêneas e heterogêneas. Justifique suas escolhas. Qual procedimento você usaria para separar uma mistura de água e areia?	Apresentou um texto contendo: Adulteração da gasolina e os danos que acarretam nos motores de veículos.	Elaboração de um relatório contendo objetivo, introdução, procedimento experimental, resultados, discussão e conclusão.

A4	Não apresentou.	Você conhece a gasolina que está sendo usada? Qual a origem da gasolina? Qual a necessidade de se adicionar álcool à gasolina? Quais os tipos de etanol existentes e qual é adicionado à gasolina que consumimos?	Apresentou texto que além da legislação vigente da ANP, menciona questões ambientais.	Elaboração de um relatório: título, objetivo, procedimento experimental, resultado, discussão e conclusão.
A5	Muitos donos de postos de combustíveis fazem adulterações na gasolina, misturando-a com solventes mais baratos. Saiu essa reportagem, como isso acontece?	Não considerou.	Não apresentou.	Relato das observações realizadas durante o experimento
A6	Você sempre abastece em seu posto de confiança, faz isso durante dois anos, mantendo a fidelidade. De repente após o último abastecimento, percebe que há algo de errado com seu veículo, como falhas no motor e perda de potência. O que pode ter acontecido com o carro? O que você faria para verificar se o problema é no combustível? Quais as providências dever ser tomadas?	O que são adicionados a gasolina para que ela seja adulterada? Quais os danos causados pela adulteração? Como podemos provar essas adulterações?	Trouxe um texto sobre a adulteração da gasolina e os prejuízos que acarretam nos veículos.	Reportagem divulgando os resultados do experimento para a comunidade.

Fonte: Elaborado pela autora.

Comparando os quadros 30 e 31, observamos as mudanças que foram incluídas no segundo plano pelos participantes. A seguir, apresentamos uma comparação para cada um dos estudantes.

Aluno A1: Identificamos que não houve mudança na versão dois quando comparada com a primeira, o aluno trouxe muitas informações por meio de textos extraídos na íntegra da

internet. Por isso, não evoluiu em relação à proposta de abordagem investigativa para determinação do teor de álcool na gasolina.

Aluno A2: A organização do seu plano de aula ficou confusa. Na primeira versão foi elaborada uma questão problema, enquanto na segunda isso não ficou claro. O licenciando também não mostrou como seriam levantados os conhecimentos prévios dos alunos, porém na primeira versão apresentou três questões com essa finalidade. Ou seja, na segunda versão foi apresentada apenas uma síntese com os itens a serem desenvolvidos com os alunos, sem descrever o desenvolvimento das atividades. Ele apresentou ainda três textos e um questionário para ser respondido pelos alunos.

Aluno A3: Apresentou a mesma questão problema do plano um. Quanto à forma para levantar os conhecimentos prévios que não havia sido considerada anteriormente, na nova versão ele trouxe um esquema e questões para contemplar o item. Em relação à vinculação social do conhecimento, trouxe um texto considerando a adulteração e os danos que podem causar nos motores dos veículos, enquanto que na primeira versão o texto apresentado se restringia aos aspectos históricos referentes aos tipos de compostos adicionados à gasolina.

Aluno A4: Comparando as duas versões dos planos de aula, identificamos que o licenciando não apresentou questão problema em nenhuma das versões. Ambas apresentaram a necessidade de levantamento dos conhecimentos prévios, porém, na segunda versão há questões mais de acordo com a realidade dos alunos. Sobre a contextualização do conhecimento, na primeira versão ele considerou somente a legislação, já na segunda, além dos aspectos legais, mencionou também questões ambientais.

Aluno A5: Apresentou a mesma questão problema nas duas versões e afirmou que traria como mudanças na segunda versão: problematização durante o desenvolvimento do experimento com as seguintes questões: Por que o álcool pode ser extraído pela água? E qual a importância de saber o teor de álcool para você e para sociedade?

Aluno A6: Na primeira versão, ele não apresentou a questão problema, mas o fez na segunda. Com relação ao levantamento dos conhecimentos prévios, apresentou as mesmas questões nas duas versões propostas. Quanto à contextualização do conhecimento, na primeira versão menciona dois textos sobre adulteração da gasolina e suas consequências. Na segunda versão discute um dos respectivos textos.

Um elemento que não havia sido considerado na primeira versão por nenhum dos licenciandos, foi trazido por todos na segunda versão, ao referirem-se à aplicação do conhecimento, ou seja, comunicação dos resultados. Isso pode estar associado à compreensão obtida do texto 3, que dá ênfase a essa questão.

Assim, dois licenciandos (A3 e A4) mencionaram a solicitação de um relatório de acordo com o modelo tradicional, talvez influenciado pelo texto 3 (ANEXO 1), pois os autores comentam que: “Ao final da atividade, foi solicitado relatório individual, redigido após discussão em grupo, contemplando os mesmos componentes e a sequência para apresentação de trabalhos científicos” (FERREIRA, et al., 2010, p. 103). Neste texto, os autores afirmam que, ao elaborar o relatório os alunos explicitaram suas concepções, na forma escrita e falada, contribuindo para a aprendizagem. Como o referido texto foi bem discutido no curso com os licenciandos, acreditamos ser esta a razão pela qual esses licenciandos mencionaram o relatório como forma de comunicar os resultados.

O licenciando A5 afirmou que pediria um relato das observações realizadas durante os experimentos. O licenciando A1 mencionou que pediria aos alunos a elaboração de uma redação com a finalidade de responder à questão problema. Por outro lado, o licenciando A2 escreveu que os alunos deveriam comunicar os resultados por meio de um esquema contendo desenhos, cálculos e explicações. Por fim, o licenciando A6 propôs a produção de uma reportagem com os resultados para a divulgação a toda comunidade.

No geral, houve melhoria no desempenho dos licenciandos na elaboração do segundo plano de aula, à medida em que consideraram mais elementos de uma abordagem investigativa para o experimento.

Posteriormente, os licenciandos foram organizados em duplas para realizar o experimento sobre a determinação do teor de álcool na gasolina, seguindo o referido roteiro¹. Para tanto, receberam quatro amostras de gasolina (comum e aditivada), sendo que duas delas haviam sido adulteradas com a adição de álcool pela pesquisadora. Após a realização do experimento, houve uma discussão sobre os resultados encontrados pelos licenciandos e do papel do erro nas atividades experimentais.

Segue trechos dessa discussão:

PESQUISADORA: [...] Podemos partir do experimento que aconteceu na aula passada, vocês tinham duas amostras que foram adulteradas e ficaram se questionando diante dos resultados encontrados. Vocês começaram a discutir qual era o erro por não ter aparecido os 25% de álcool na gasolina e não pensaram que a amostra poderia estar adulterada.

A1: *Porque a gente esperava encontrar a porcentagem de 27%.*

PESQUISADORA: [...] por quê?

¹ LISBOA, J. C. F (Org.). **Química 2º ano:** ensino médio. Coleção Ser Protagonista. 1. Ed. São Paulo: Edições SM, 2010.

A1: *Porque isso foi determinado, eu falo, por lei.*

PESQUISADORA: [...] Todos vocês estavam procurando os 27%?

A3: *Não, procurando os 27 não... A gente tava tentando determinar o teor de álcool.*

PESQUISADORA: Sim, mas o laboratório de análise não avalia somente amostras de gasolinas que estão dentro dos parâmetros determinados por lei, em concordância [...] geralmente, quando vamos para um laboratório, seguimos um roteiro, [...] [...], mas se no final, como na aula passada, não der a resposta correta, o que vocês fazem?

A3: *A gente acaba ficando perdido na verdade, porque mesmo que a gente acredita, tá adulterado, mas a gente as vezes não consegue provar que tá adulterado*

A6: *Ou acredita que o erro é só nosso.*

PESQUISADORA: Em que você acredita A4 quando não dá certo?

A4: [...] *a gente pode ter feito alguma coisa pro resultado ter dado errado.*

A6: [...], *até você falar que foi adulterada, acho que o A3 mesmo, achou que ele tinha feito alguma coisa errada...*

PESQUISADORA: [...] vocês vão para o laboratório da graduação, desenvolvem um procedimento e sabem qual o resultado que tem que dar. Onde está o erro? O que está errado?

A3: *Se for uma receita, [...], um experimento tipo uma receita de bolo, o aluno não vai ter esse olhar crítico, não vai refletir...*

A6: *Eu acho que o problema às vezes não é nem a receita de bolo, [...], desde cedo a gente não aprende assim, a se questionar, do que aconteceu, e porque aconteceu.*

A3: *A gente aceita tudo.*

A6: [...] *e se questionasse aquela resposta, talvez seria um pouco melhor [...] o erro foi nosso.*

A3: [...] *mas é tudo meio mecânico assim, a primeira ideia que vem na mente é vamos parar e vamos fazer de novo, vamos começar de novo, porque tem que dar certo, se deu errado é porque a gente errou o procedimento, a gente sempre acredita nisso né. [...]*

A3: *Mas isso porque a gente é induzida a pensar assim... óh, se você seguir isso aqui óh, vai dar certo lá no final...*

PESQUISADORA: Induzido por quem?

A3: *Pelo próprio professor, pelo menos nessa aula que ela tá falando é assim, tá vendo isso aqui óh, vai ter que dá amarelo, e isso aqui vai ter que dar duas fases.*

A6: *A gente tá estudando o amarelo, então a gente tem que chegar no amarelo.*

As manifestações dos licenciandos demonstraram os mesmos estarem habituados a não duvidar dos resultados encontrados ao desenvolver uma atividade experimental. Geralmente, não são questionados por seus professores sobre os erros que podem ocorrer em um experimento. Por isso, sempre duvidam de si mesmos, acreditando terem cometido algum equívoco nos passos seguidos e, no ímpeto acabam repetindo mecanicamente o experimento na busca da resposta esperada, como ocorrido no episódio acima descrito. De acordo com Kasseboehmer, et al., (2015, p. 75) “... tendem a acreditar que precisam alcançar o resultado certo e pouco refletem sobre a atividade e sobre os resultados que obtiveram”.

As falas dos licenciandos A3 e A6 evidenciaram, muitas vezes, o próprio professor induz os alunos a essa repetição mecânica na busca da resposta, ao fornecer-lhes um roteiro tipo receita de bolo, não lhes oportunizando um olhar crítico. Ressaltamos que esse tipo de atividade experimental, diferentemente da experimentação investigativa, não apresenta valorização do erro pelo professor, o qual muitas vezes já fornece a resposta para o aluno. Nesse contexto, Carvalho (2013a, p. 3) argumenta que é mais fácil para o professor expor logo o conteúdo a ser ensinado, pois, “essa passagem da ação manipulativa para ação intelectual por meio da tomada de consciência de suas ações não é fácil para os alunos nem para o professor”.

Essa estratégia de se fornecer logo a resposta para o aluno é muito comum nas escolas. Vasconcellos (2005, p. 30) argumenta que tal estratégia didática é denominada do “atalho”. Dessa forma, “o professor querendo “ganhar tempo”, “dá” logo o resultado, [...]“tem que ser dado, então vamos dar logo de uma vez”, o aluno vai ter que conhecer mesmo, então já dou tudo pronto”.

Análise do 6º Encontro

O encontro foi iniciado com a leitura dialogada do ANEXO 2, (GONDIM; MÓL, 2007) que trata de uma atividade realizada com alunos ingressantes no curso de Licenciatura em Química, da Universidade de Brasília (UnB). No referido texto, os autores relatam o desenvolvimento de uma proposta investigativa para aulas experimentais na disciplina de Laboratório de Química Fundamental. Nosso intuito de trabalhar esse texto foi discutir com os licenciandos o que é possível desenvolver dos conteúdos do ES por meio de uma abordagem investigativa.

A leitura dialogada do referido texto foi bastante demorada, pois os licenciandos não haviam feito uma leitura prévia.

A discussão desse texto com os licenciandos foi bem interessante, pois suscitou reflexões sobre as aulas experimentais constantes na grade curricular do curso de licenciatura, além de apresentar as dificuldades encontradas na análise dos resultados obtidos no experimento da determinação teor de álcool na gasolina, bem como a oportunidade de conhecer os diferentes níveis de diretividade (ou abertura) que podem ter um experimento elaborado pelo professor. Embora, a respeito dos níveis de abertura, eles já tivessem uma ideia prévia pela leitura do texto 3 (FERREIRA, et al., 2010). Ainda, fundamentados no respectivo texto, reforçamos com os participantes da pesquisa, pontos importantes já enfatizados a respeito da experimentação com perspectiva investigativa, como pode ser identificado no trecho destacado a seguir:

PESQUISADORA: [...] Quais são as características de uma atividade para ela ser investigativa?

A1: *Problematização?*

A3: *Contextualização, implicações sociais, levantamentos dos conhecimentos prévios dos alunos.*

A6: *Contextualização.*

PESQUISADORA: Que mais? É a discussão da aula passada.

A3: *É... levantar os conhecimentos prévios dos alunos, [...]*

Percebemos que as dificuldades apresentadas pelos licenciandos ao propor atividades investigativas dos temas a serem desenvolvidos nas escolas. Partindo desse pressuposto, decidimos desenvolver com eles e de maneira investigativa outro experimento. Assim, fizemos a adaptação de um roteiro experimental sobre o conteúdo de cinética química (APÊNDICE 12).

Portanto, como última atividade desse encontro, os alunos receberam o roteiro sobre cinética e os materiais necessários para a sua realização. Os alunos realizaram o experimento a contento. No entanto, a discussão e elaboração do experimento com características investigativas foram planejadas para o encontro seguinte. Pedimos aos licenciandos que pensassem em uma forma de desenvolver o referido experimento com alunos de EM, adotando uma abordagem investigativa. A atividade foi pensada para ser desenvolvida coletivamente e, assim, foi sugerido aos licenciandos que trouxessem suas ideias para serem discutidas no encontro subsequente.

Planejamos como atividade final do curso de extensão, o desenvolvimento de um tema (conteúdo de química) com abordagem investigativa para ser trabalhado com alunos do EM de escolas públicas. Assim sendo, simultaneamente ao desenvolvimento dos primeiros encontros do curso, contatamos duas escolas públicas e, prontamente, as duas aceitaram em receber os licenciandos para desenvolver o trabalho. Os licenciandos foram organizados e encaminhados para as escolas contatadas, distribuindo-se em diferentes séries, atendendo as solicitações dos professores de Química das mesmas. Naquele momento, foi também fornecido um tema para cada licenciando, a partir dos conteúdos que estavam sendo trabalhados pelos professores responsáveis pelas turmas, a saber: *pilhas, função álcool, concentração de soluções, forças intermoleculares e ácidos e bases*, sendo que o tema *forças intermoleculares* foi atribuído para dois dos licenciandos.

Análise do 7º Encontro

Iniciamos o encontro discutindo as ideias trazidas pelos licenciandos visando construir coletivamente uma proposta investigativa para o experimento de cinética realizado no encontro anterior.

Com base nas características que devem ser contempladas em uma atividade investigativa, a princípio já compreendidas por eles e esclarecidas no encontro anterior. Iniciaram-se as discussões:

PESQUISADORA: [...] Qual é o objetivo ou os objetivos desse experimento? Pense no procedimento...

A5: *É, eu achei assim mais ou menos, meios de controlar o tempo de desenvolvimento das reações, uma forma de controlar.*

A1: *Promover.*

A5: *Controlar o tempo de desenvolvimento das reações.*

A4: *Eu coloquei observar.*

A3: *É, eu pensei a mesma coisa, observar.*

A1: *Compreender os fatores que influenciam uma reação química.*

PESQUISADORA: Vamos pensar em um problema. Lembram que a questão problema é uma pergunta?

A2: *Porque é importante conhecer os fatores que influenciam a velocidade das reações químicas?*

A1: *Como alterar a velocidade da reação?*

A5: *O que altera a velocidade das reações químicas para ser mais rápida?*

A4: *Quais fatores que aumentam na velocidade de uma reação?*

A3: *Por exemplo, por que colocamos, é, colocamos alimentos na geladeira, porque congelamos os alimentos?*

PESQUISADORA: [...] *Que perguntas você faria antes de realizar esse experimento?*

A4: *Eu acho que aquela que o A3 falou, porque que a gente armazena alguns alimentos na geladeira? Essa daria certo não dá? Ou não?*

A3: *Eu acho que pra abrir, poderia ser assim, porque os alimentos estragam? Porque eles estragam é oh, eu marquei aqui também, porque determinados alimentos possuem um prazo de validade? É... Quais as formas de se conservar alimentos? Quais formas você conhece, ou você utiliza para conservar alimentos? Aí eles vão dar a resposta mais adequada...*

A2: *Ah eu tinha pensado numa que... por exemplo, porque ao colocarmos água oxigenada sobre um machucado, há formação de bolhas?*

A1: *Porque um suco de limão com pouco açúcar é mais azedo que um suco de limão com mais açúcar?*

Observando o diálogo estabelecido com os licenciandos, podemos notar as dificuldades por eles apresentadas ao pensarem uma questão problema, fundamental para desencadear um processo investigativo. Apenas o licenciando A3 pensou uma questão (*por que colocamos alimentos na geladeira, por que congelamos os alimentos?*) que pode tangenciar relativamente uma abordagem investigativa. Podemos inferir que a dificuldade desses licenciandos em elaborar uma questão problema pode estar associada ao pouco conhecimento teórico dos conteúdos químicos, no caso específico, do tema cinética química. Como comenta Lorencini Jr. (2000), a habilidade do professor de ciências em formular perguntas não é um fim em si mesmo, isto é, não podemos considerar esta habilidade como um elemento isolado do contexto do processo ensino-aprendizagem.

Reforçando a questão da falta de conhecimento do conteúdo químico, é possível observar que os licenciandos não tinham claro o conceito de reações químicas. Verificamos a dificuldade de entenderem que o objetivo do experimento de cinética, não era medir ou calcular a velocidade de reações (mencionado por alguns deles) e sim, comparar a rapidez de algumas reações. Esse ponto também dificultou a contextualização social, isto é, pensar uma situação do contexto dos alunos que se aproximasse do referido conteúdo.

Outra questão merece destaque refere-se ao fato de que a maioria dos exemplos trazidos por eles para discutir o tema foi relacionado aos alimentos. Talvez por influência dos livros didáticos, em geral enfatizam os alimentos ao abordarem rapidez de reações.

Importante trazer ainda alguns trechos desse processo coletivo que demonstram a grande dificuldade para reformular o experimento em pauta para ter caráter investigativo (A5) e também o interesse em pesquisar (A2 e A5) para atingir a meta solicitada.

A5: *Não, mas de qualquer forma tenho bastante insegurança... que nem eu tenho uma dificuldade bastante de transformar isso assim e ... qualquer pegar experimento assim é complicado. E manter a atenção do aluno é difícil.*

A3: *Tanto que, tipo, não pesquisei pra achar alguma coisa pronta assim mas eu pesquisei né, até o A2 achou o mesmo artigo da na Química Nova na Escola, né.*

Diante das dificuldades apresentadas pelos licenciandos durante a discussão coletiva, achamos conveniente fornecer para eles como exemplo uma proposta elaborada por nós sobre o tema cinética química (APÊNDICE 14). Assim, os licenciandos tiveram mais uma oportunidade de analisar pontos importantes a serem contemplados numa atividade com abordagem investigativa.

Análise do 8º Encontro

O encontro foi iniciado com as boas-vindas. Todos os licenciandos discorreram ao grande grupo suas respectivas propostas acerca de seus temas. A apresentação foi enriquecida com o auxílio de *slides*. Além disso, todos nos entregaram por escrito a primeira versão de seus planos de aula, que seriam desenvolvidos na escola com alunos do EM. Durante a apresentação, houve espaço para que todos os presentes pudessem debater e/ou opinar nas propostas de cada um. No transcorrer das apresentações, argumentamos a importância de se considerar o contexto social quando se propõe uma abordagem investigativa.

A análise qualitativa dos planos de aulas que seriam desenvolvidos nas escolas pelos licenciandos (primeira versão), para verificar se apresentavam características investigativas, elaboramos critérios com base em Carvalho, et al., (2013a), avaliando como os licenciandos contemplaram: questão problema, conhecimentos prévios, textos para contextualização, análise de dados e comunicação dos resultados. Afora esses critérios, apoiamos-nos em Zabala (1998), para avaliar se os planos apresentados incluem atividades que propiciam desenvolver

conteúdos procedimentais e atitudinais além dos conceituais. Portanto, elencamos todos os critérios determinados a priori para análise dos referidos planos, a seguir:

- 1 – Questão problema;
- 2 – Conhecimentos prévios;
- 3 – Texto para contextualização;
- 4 – Análise dos dados (contextualização dos conhecimentos);
- 5 – Comunicação dos resultados.

Para avaliar cada um desses critérios nos referidos planos de aula, buscamos apoio novamente em Carvalho, et al., (2013a), ao discutir o que deve ser abarcado nesses elementos pedagógicos, de maneira a garantir a efetividade de uma sequência de ensino investigativa (SEI):

Questão problema: de acordo com a mesma autora, a principal característica de um problema bem formulado é oportunizar aos alunos a levantarem e testarem suas hipóteses. Ou seja, “o problema não pode ser qualquer questão” (p. 11). Para a autora, a questão ou “desafio”, deve provocar o interesse do aluno por meio de um material didático instigante, envolvendo-o na busca por uma solução. Além disso, a pergunta elaborada deve permitir ao aluno expor seus conhecimentos espontâneos, de modo a gerar um debate entre os colegas na sala de aula.

Conhecimentos prévios: a autora citada argumenta que para valorizar tal elemento pedagógico, é necessário elaborar questões ou atividades que instiguem os alunos a manifestarem conhecimentos anteriores adquiridos em sua vivência ou na escola.

Texto para contextualização, ou sistematização do conhecimento: Carvalho (2013a, p. 15) expressa a grande importância de incluir essa etapa em uma SEI, “[...] não somente para repassar todo o processo da resolução do problema, como também o produto do conhecimento discutido em aulas anteriores, isto é, os principais conceitos e ideias”. Assim, esse texto deve trazer complementações ao problema, permitir o aprofundamento do conhecimento, levando o aluno, a saber, mais sobre o assunto tratado e ainda relacionar o tema em questão com situações do cotidiano deles.

Análise dos dados: segundo a autora, o professor precisa pensar em situações de aprendizagem e, ao serem discutidas em grupo, oportunizem aos alunos relacionar o conteúdo apreendido com outras situações do cotidiano. “[...] estas devem ser pensadas como atividades investigativas” (p. 17). E, também tem a função de complementar o experimento (neste trabalho todos os licenciandos previram um experimento) e ainda dar certa relevância ao conteúdo aprendido do ponto de vista social.

Comunicação dos resultados, atividade de finalização da SEI: conforme discute Carvalho (2013 a), questões a qualquer situação de aprendizagem com essa finalidade precisam ser desenvolvidas de forma individual, tendo em vista que, é naquele momento que o aluno vai organizar os conhecimentos apreendidos e tentar aplicá-los em uma nova situação.

Apresentamos na sequência a análise dos planos dos licenciandos.

Plano proposto pelo licenciando A1

Questão problema

É possível interferir na concentração de uma solução?

Entendemos que a questão problema apresentada pelo licenciando não é muito adequada, tendo em vista que, não provoca o interesse do aluno. Pois na questão é trazido um termo específico, “solução” e este não se relaciona com o cotidiano do aluno, a não ser para aqueles sujeitos já iniciados no estudo da Química. Consideramos que a pergunta possa até mobilizar os alunos a exporem conhecimentos já adquiridos, mas dificilmente vai oportunizá-los a levantar e testar hipóteses.

Valorização dos conhecimentos prévios

Com o intuito de identificar os conhecimentos dos alunos sobre soluções, o referido licenciando propõe três questões:

- | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1 – O que torna o chá mais “forte” ou um chá mais “fraco”?</p> <p>2 – Qual a diferença de uma mistura de água e sal com uma mistura de água e óleo?</p> <p>3 – De quais das reações a seguir é importante conhecer a concentração com exatidão?</p> <p>a) soro fisiológico; b) suco natural de frutas; c) xarope para tosse; d) sal em água para cozimento; e) materiais de limpeza de uso doméstico.</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Entendemos que as questões 1 e 2 podem mobilizar os alunos a pensarem em situações vivenciadas no cotidiano, podendo instigá-los à exposição de alguns conhecimentos adquiridos. Já na questão de número 3, o licenciando se equivocou escrevendo “reações” em vez de “soluções”, além disso, os termos “concentração” “exatidão” podem não ser familiares para o aluno. Portanto, torna-se difícil para os alunos a compreensão daquilo perguntado.

Não é possível avaliar se essas questões permitem resolver o problema proposto, pelo fato do problema apresentado não ter ficado claro.

Texto para Contextualização

Os químicos precisam saber com precisão a quantidade de cada substância presente nos materiais. A concentração refere-se às relações entre a quantidade do soluto e o volume total do material

(solução). A quantidade do soluto pode ser expressa em diferentes unidades, como: concentração em massa, concentração em volume e concentração em quantidade de matéria. A maneira mais comum de se expressar a concentração das soluções é através da massa do soluto (m) por volume de solução (V). Normalmente a massa é expressa em gramas e o volume em litros e a concentração será g/L. Outras unidades podem ser adotadas, como mg/mL, g/m³, mg/L, etc.

A concentração é expressa como: $C = m/V$

Nas soluções ocorre que, com o aumento da proporção do soluto levará à precipitação dele no recipiente, deixando de ser um material homogêneo.

Outro processo muito comum em nosso cotidiano é a diluição, que ocorre com materiais de limpeza, medicamentos, tintas, etc. Tal processo consiste no acréscimo de solvente à solução. Ao se fazer isso, a quantidade do soluto permanece constante, mas a concentração altera-se.

A contextualização acima apresentada trouxe apenas explicações a respeito de concentração comum (m/V) e unidades para expressar essa concentração. Somente quando mencionou o processo de diluição de soluções, é que se referiu a alguns materiais do cotidiano. As informações trazidas no texto induzem o aluno a responder automaticamente o problema proposto. No entanto, o respectivo texto não oferece possibilidades para o aprofundamento do conteúdo, bem como o aluno possa extrapolar para situações do cotidiano.

Análise dos dados

- 1 – A partir do experimento realizado, como você identificaria se o material preparado é uma solução?
- 2 – Você diria que houve diminuição da massa do suco em pó utilizado, após várias diluições? Por quê?
- 3 – Qual fator afeta a concentração de uma solução?
- 4 – Cite exemplos de soluções presentes no seu cotidiano?

As questões 1 e 2 apresentadas permitem apenas analisar o fenômeno envolvido no experimento. Já a questão 3, quando discutida em grupo, principalmente a segunda parte que solicita exemplos de soluções presentes no cotidiano, poderá fazer com que o aluno relacione o conteúdo estudado com algumas situações da vida deles. As três questões podem ser facilmente respondidas após a realização do experimento planejado.

Comunicação do resultado

Como funciona o processo de gaseificação do refrigerante que você toma?

A questão trazida pelo licenciando para comunicação dos resultados também entendido como aplicação do conhecimento, não está relacionada ao conteúdo do plano de aula, pois em nenhum momento foi tratado de dissolução de gases em líquidos. Logo, ficaria difícil para os alunos respondê-la. Conseqüentemente, essa questão não contribui para o desenvolvimento da aprendizagem.

Plano proposto pelo licenciando A2

Questão problema

Por que alguns líquidos se misturam e outros não?

O problema apresentado nos parece adequado, pois possibilita aos alunos exteriorizarem seus conhecimentos sobre o assunto. Essa pergunta pode provocar o interesse dos alunos, fazendo com que estes levantem hipóteses e as testem posteriormente.

Valorização dos conhecimentos prévios

Não apresentou.

Texto para Contextualização

A diversidade da vida no planeta depende das condições climáticas, pois, em temperaturas diferentes, os constituintes da matéria se agitam com velocidades diferentes, alterando o grau de interação entre as substâncias. A pluralidade dos materiais da crosta terrestre se deve à diversidade das estruturas químicas: moléculas pequenas tem interações menores e, em geral, apresentam-se, na fase gasosa; já moléculas maiores têm maior quantidade de elétrons e, conseqüentemente, maiores interações elétricas, apresentando-se geralmente, em fases mais condensadas (líquidas e sólidas). Chamamos de fase da matéria a forma com que a mesma se apresenta em aparência uniforme no que se refere a composição química e estado físico. As três fases características da matéria são: sólida, líquida e gasosa; estas apresentam com aparências e propriedades bem diferentes. Várias substâncias se dissolvem em água, formando fases aquosas com propriedades diferentes em termos de coloração, densidade, condutibilidade elétrica, etc., já outras substâncias que não se dissolvem em água, se dissolvem em álcool ou em óleos. Substâncias e matérias que apresentam distribuição homogênea são conhecidas como apolares por exemplos, os óleos; enquanto as substâncias que apresentam uma distribuição heterogênea são conhecidas como polares, por exemplo, a água e o álcool.

Com o referido texto de contextualização, a licencianda se limitou a abordagem de conhecimentos químicos, ou seja, dos diferentes estados da matéria e propriedades das substâncias, como solubilidade, polaridade, entre outras, que determinam as interações moleculares ou intermoleculares. Tais informações possibilitam ao aluno a pensar na questão problema e aprofundar no assunto. Porém, o texto não traz elementos que possam ajudá-lo a relacionar o tema ao seu dia a dia.

Análise dos dados

- 1 – Classifique os materiais testados quanto a dissolução em água dividindo-os em dois grupos.
- 2 – Quais materiais conseguiram dissolver o sal de cozinha?
- 3 – Os materiais moleculares apresentam o mesmo comportamento com relação a dissolução?
- 4 – Classifique os materiais moleculares usados no experimento (água, óleo de soja, vaselina e parafina) em dois grupos de acordo com seus comportamentos.
- 5 – Qual dos dois grupos tem comportamento semelhante ao sal de cozinha?
- 6 – Ocorre ou não dissolução entre os materiais moleculares de um mesmo grupo de sua classificação? E entre os grupos diferentes?

7 – Que conclusões você pode extrair deste experimento?

Observamos que, todas as questões propostas para analisar os dados do experimento, dizem respeito ao conteúdo químico associado ao ele. Todas vêm complementar o referido experimento. Nenhuma delas permite ao aluno fazer relação com o cotidiano e tampouco torna o conteúdo relevante do ponto de vista social.

Comunicação do resultado

1 – Com base nas forças de atração intermoleculares, por que o açúcar se dissolve completamente na água. Justifique.
2 – Qual a interação intermolecular mais forte: a existente entre moléculas de álcool e água ou entre moléculas de álcool e gasolina? Justifique sua resposta.

As questões propostas para atender ao critério já estabelecido, não remetem a uma nova situação, apenas se direcionam ao conteúdo do experimento. Porém, caracterizam-se como questões interessantes à análise dos dados e não para os alunos aplicarem os conhecimentos em uma nova situação.

Plano proposto pelo licenciando A3

Questão problema

Utilizando uma reação química, como você identificaria uma pessoa alcoolizada?

Consideramos que esta questão problema não está bem formulada, pois mistura conteúdos químicos com uma situação do cotidiano. Se o aluno não tiver o conhecimento sobre o conteúdo reação química, o mesmo não conseguirá entender a questão. Dessa forma, não se interessará pelo problema e, conseqüentemente, nem levantará hipóteses a serem testadas.

Valorização dos conhecimentos prévios

1 – O que são grupos funcionais?
2 – O que são alcanos?
3 – O que é um grupo alquila?
4 – Qual o grupo funcional que representa a função álcool?
5 – Como se estrutura um álcool?
6 – Onde encontramos o álcool no nosso dia-a-dia?
7 – Qual sua importância?
8 – Cite conseqüências do consumo excessivo de bebidas alcoólicas?

Podemos afirmar que o licenciando apresentou um número exagerado de questões. A exceção da oitava questão, referente ao consumo de bebidas alcoólicas, as demais estão norteadas pelo conteúdo, isto é, abrangem o novo conhecimento a ser desenvolvido com

alunos. Dessa forma, não oportunizam aos alunos a exposição de conhecimentos adquiridos no contexto social ou na escola. Ou seja, as sete questões iniciais não se relacionam com o cotidiano do aluno e também não permitem que os alunos reflitam sobre o problema proposto, não tão bem formulado.

Texto de Contextualização

O etanol é um álcool muito importante, pois é capaz de promover um impacto econômico/social muito grande. No Brasil, o progresso mais utilizado para a sua produção é a partir da fermentação alcoólica da cana-de-açúcar e uma de suas principais aplicações é na fabricação de bebidas alcoólicas.

Uma pessoa que ingere bebida alcoólica, dependendo da quantidade de álcool ingerido num determinado intervalo de tempo, da quantidade de alimento ingerido antes ou depois, e de outros fatores, pode sofrer várias reações em seu organismo.

Mas em todos os casos, à medida que aumenta a concentração de álcool no sangue, a capacidade e julgamento e avaliação de riscos da pessoa diminui, de forma que ela pode se tornar perigosa para si mesma e para outros: principalmente se estiver dirigindo um veículo. Veja a tabela a seguir.

Tabela 1 – Efeitos do álcool em um indivíduo, em função da concentração no sangue.

Concentração de álcool no sangue (g/L)	Efeito
Até 0,16	Nenhum efeito aparente.
0,20 a 0,30	Falsa estimativa de distância e velocidade.
0,30 a 0,50	Começo do risco de acidente.
0,50 a 0,80	Euforia de condutor, risco de acidente multiplicado por quatro.
1,50 a 3,00	Visão dupla, condução impossível.
3,00 a 5,00	Embriaguez profunda, condução impossível.
Mais de 5,00	Coma, podendo levar a morte.

O instituto Avante Brasil realizou um levantamento mundial sobre mortes no trânsito em 2010. Em termos absolutos, o Brasil é o 4º país do mundo com maior número de mortes no trânsito, ficando atrás somente da China, Índia e Nigéria. Segundo o Datasus, foram registradas 42844 mortes no trânsito do Brasil, sendo 3570 mortes por mês, 119 mortes por dia, 4 mortes por hora, ou seja, uma a cada 15 minutos.

Para diminuir estes números alarmantes, tem-se utilizado um dispositivo preventivo que mede a concentração de álcool mediante teste do ar exalado em sua respiração. Esse aparato é conhecido popularmente como bafômetro.

Para contextualizar a função orgânica álcool, o texto preparado pelo licenciando aborda produção do álcool por meio da fermentação, bem como a sua principal aplicação na fabricação de bebidas alcoólicas. Essas informações são interessantes para ampliar o conhecimento dos estudantes a respeito do tema e relacioná-lo com o seu dia a dia. No entanto, não há no texto explicações sobre o funcionamento do bafômetro, o qual envolve uma reação química, impossibilitando que o aluno estabeleça relação com o problema dado. O texto trata também da legislação em vigor, lei número 13282/2016, que reduz a tolerância de álcool no organismo e das mudanças de comportamento que podem ocorrer em pessoas

alcoolizadas, causando prejuízos sociais, especialmente no trânsito. Esses aspectos discutidos propiciam ao aluno a percepção de aplicação do conhecimento do ponto de vista social.

Análise dos dados

- 1 – Com base no experimento proposto, que evidência indica a ocorrência de uma reação química?
- 2 – Como o álcool entrou em contato com a solução de dicromato?
- 3 – Quais das substâncias abaixo são classificadas como álcoois? Justifique porque as demais não são.
a) fenol comum; b) 2-propanol; c) acetaldeído;
- 4 – Com exceção do bafômetro, cite outras formas para prevenir acidentes no trânsito.

As questões formuladas pelo licenciando para análise dos dados obtidos no experimento não ficaram muito claras. Mas, é possível perceber que as mesmas estão totalmente voltadas para o conteúdo químico envolvido no experimento em questão. Assim, elas são capazes de complementar a atividade experimental.

Comunicação dos resultados

Com base em tudo que foi visto, explique a relação entre o bafômetro e a química.

A questão proposta para a comunicação do resultado abarca todo o conteúdo abordado no experimento. Apesar de não colocar o aluno frente a uma nova situação, pode suscitar a reflexão deste sobre a aplicação social da química. Tendo em vista o bafômetro tratar-se de um dispositivo com a função de identificar pessoas alcoolizadas, o mesmo traz uma contribuição para a sociedade. Acreditamos que ao pensar na relação do bafômetro com a química a serviço da sociedade, o aluno possa pensar em mudança de atitudes.

Plano proposto pelo licenciando A4

Questão problema

Você já pensou como são formados os diversos tipos de matérias presentes em nosso meio?

Essa questão está muito geral e superficial, logo não é uma boa questão problema. Pode até levar os alunos a pensar, mas necessita de muita mediação do professor para o entendimento do aluno. Houve confusão com a palavra “matérias”, pois na verdade a intenção da licencianda era se referir a “materiais”.

Valorização dos conhecimentos prévios

- 1 – Você já pensou que substâncias fisicamente semelhante, como o sal e o açúcar não possuem a mesma capacidade de se dissolver em água gelada por exemplo.
- 2 – Na sua opinião quais dos seguintes materiais conduzem corrente elétrica: água da torneira, água salgada, madeira, vidro, cobre e plástico.

As duas questões trazidas pela licencianda, apesar de mencionar substâncias e materiais presentes no cotidiano dos alunos, não estão bem claras, da maneira como foram formuladas. Porém, pode até suscitar ao aluno expor algum conhecimento que possui acerca desses materiais. Em específico, a segunda questiona sobre a condução elétrica. Talvez alguns alunos possam ter conhecimento de que o cobre conduz corrente elétrica e o plástico não. As questões apresentam relação com o problema proposto, apesar deste não estar muito claro.

Texto para Contextualização

Em nosso meio, existem diferentes substâncias e materiais, que estamos em contato diariamente. Os aços inoxidáveis, usados na fabricação de pias e talheres que usamos como utensílios na cozinha, a água que consumimos e usamos em diversas atividades durante o dia, o açúcar e o sal de cozinha que usamos para o preparo de alimentos, são exemplos desses materiais. Podemos reconhecer os diversos tipos de materiais devido a sua diferença de cor, cheiro, sabor, estado físico, mobilidade, solubilidade, pontos de fusão e ebulição, condutibilidade elétrica. Essas propriedades se devem pela união de vários elementos que se ligam entre si, formando diferentes substâncias e materiais, para explicar esse fato, os químicos criaram teorias conhecidas como: ligação iônica, ligação covalente e ligação metálica. No caso dos talheres, essa formação se dá pela ligação metálica de um ou mais elementos, um deles sendo um metal. Já a formação da água ocorre através da ligação covalente, onde há um compartilhamento de elétrons entre átomos de hidrogênio e oxigênio. No caso do sal de cozinha, a formação ocorre pela ligação iônica, onde um átomo doa elétrons e o outro átomo recebe elétrons.

O texto proposto pela licencianda deixa claro a existência de diferentes substâncias e materiais do nosso cotidiano e estes podem ser reconhecidos pelas suas características, como: cor, solubilidade, estado físico, etc. Por essa razão, permite ao aluno relacionar os conhecimentos apreendidos com situações do seu cotidiano. Mencionou que as propriedades se devem aos diferentes tipos de ligações passíveis de existir entre os elementos que compõem os materiais, auxiliando o aluno a refletir acerca do problema.

Análise dos dados

1 – Monte uma tabela com os dados obtidos no experimento, registrando os sólidos como: solúvel, pouco solúvel e insolúvel. Explique quais os fatos que o levaram a essa conclusão.
2 – Explique brevemente porque alguns sólidos se solubilizaram em contato com a água e outros não.
3 – Baseado no experimento é possível obter algumas características dos diferentes tipos de ligações conhecendo as solubilidades dos materiais?

A licencianda acima mencionada também elaborou questões que podem ser devidamente respondidas após a execução do experimento. As três questões apresentadas guardam relação com o conteúdo envolvido no experimento. Dessa forma, são complementares a atividade proposta.

Comunicação dos resultados

1 – Realize uma pesquisa sobre os seguintes materiais: aço, ferro e alumínio. E responda as questões: a) Como o material é obtido?; b) Qual a sua função em diferentes indústrias e quais propriedades fazem com que esse material seja apropriado para esse uso?

Como a licencianda sugere apenas questões abrangentes para os alunos realizarem pesquisas, não é possível dizer se as mesmas vão permitir o desenvolvimento de procedimentos e atitudes. Se os alunos desenvolverem a contento as referidas pesquisas, certamente ampliarão os conhecimentos apreendidos durante a execução do experimento.

Plano proposto pelo licenciando A5

Questão problema

Você conseguiria diferenciar um ácido de uma base?

Essa questão está muito ampla, envolvendo dois conteúdos químicos (ácidos e bases), também não relacionada ao cotidiano do aluno, embora os ácidos, em geral sejam mais conhecidos dos alunos, que as substâncias bases. Além disso, esse tipo de pergunta induz as respostas sim ou não. Trata-se de uma questão que pode até provocar o interesse dos alunos, dependendo do contexto social deles. Ou seja, para respondê-la, o aluno precisa ter algum conhecimento das características acerca das substâncias. Caso contrário, ele não vai pensar em hipóteses a serem verificadas.

Valorização dos conhecimentos prévios

1 – Dê um exemplo de algo no seu dia-a-dia que seja um ácido ou uma base.
 2 – Em caso de pessoas com gastrite, os médicos recomendam primeiramente parar de tomar cervejas e refrigerantes. Por quê?
 3 – Por que a banana verde costuma ter um gosto marrento?

Analisando as questões propostas pela licencianda, percebemos que as duas primeiras estão principalmente voltadas ao cotidiano dos alunos e também guardam uma relação com o problema sugerido. Dessa forma, entendemos que as mesmas questões instigam os alunos a manifestarem seu conhecimento a respeito de ácidos e bases, refletindo também sobre o problema.

Texto para contextualização

Diversos frutos e flores possuem substâncias que são pigmentos sensíveis à variação da acidez do meio. Por isso, frutas maduras normalmente apresentam cores diferentes de quando estão “verdes”. Reconhecemos as laranjas quando estão maduras ao apresentarem uma coloração alaranjada. No caso das flores essa variação ocorre na cor e também no crescimento. Em solo ácido a hortênsia produz flores azuis, já em solos básicos, suas flores são cor de rosa. A intensidade dessas cores

depende do teor de acidez ou basicidade do solo; quanto mais ácido, mais azul-escuro ficará; e quanto mais básico, mais claro será.

Os ácidos e bases também participam de diversos fenômenos naturais relacionados a atmosfera. Um processo natural dependente da participação de ácidos é a formação de cavernas. A caverna se forma quando água ácida penetra no solo, entra em contato com rochas calcárias e as dissolve, formando “occos” no relevo. Esse processo é o que define o surgimento da maioria dos tipos de caverna. Água ácida é uma água que apresenta um $\text{pH} < 7$ e, geralmente é encontrada em se tratando de mina de água, rios subterrâneos onde tenha a presença de enxofre.

Quando ácidos e bases se combinam, produzem água e compostos chamados sais. As reações entre ácidos e bases podem ser fortes. Um dos resultados é que rapidamente produzem gases. É por isso que o fermento é útil para cozinhar bolos e tortas. Quando ele se combina com um ácido como o suco de limão ou com creme azedo em uma massa de farinha, libera gases que fazem a massa crescer.

Alimentos ácidos, cafeína, bebidas alcoólicas, cigarro, condimentos e gordurosos costumam sentir aquela azia ou queimação no estômago, até o nervosismo também podem piorar, provocando a gastrite que é uma inflamação da parede do estômago e acontece quando a acidez aumenta tanto. O suco gástrico é formado basicamente por água, ácido clorídrico e enzimas digestivas. Seu pH varia entre 1,5 e 2, mas em indivíduos com gastrite ele fica mais ácido. Essa medida do grau de acidez é feita por meio do **potencial hidrogeniônico** (pH), ou seja, é a medida do teor de íons H_3O^+ livres por unidade de volume. O pH é a escala que vai de 0 a 14, em que 0 é o mais ácido e 14 o mais básico. O pH da água, que é neutra, é 7. Como vimos a presença de ácidos e bases é constante em nosso dia-a-dia.

O texto trazido com finalidade de contextualizar é bem propício, pois o mesmo é capaz de auxiliar o aluno relacionar aquilo aprendido em seu dia a dia, pelo fato de trazer vários exemplos de situações cotidianas. E, também pode complementar o problema apresentado pela licencianda. O mesmo ainda permite ao aluno aprofundar seus conhecimentos sobre ácidos e bases, bem como possibilitar-lhe sentir a importância da aplicação do conhecimento.

Análise dos dados

- 1 – Quais materiais testados são mais ácidos e mais básicos?
- 2 – Qualquer material ácido ou básico é prejudicial à saúde?
- 3 – Qual a relação entre o valor do pH e a acidez da solução?
- 4 – Com base na escala do pH explique sobre sua importância.

Dentre as quatro questões apresentadas, a 1 e 3 estão estritamente relacionadas aos conteúdos ácidos e bases enfatizados no experimento, possibilitando complementá-lo, de modo que as mesmas possam ser claramente respondidas após a realização do referido experimento. As questões 2 e 4 são mais amplas e quando discutidas em grupo, sugerem ao aluno relacionar o conteúdo com situações do seu cotidiano, percebendo também a sua relevância do ponto de vista social.

Comunicação dos resultados

Explique os impactos ambientais que a chuva ácida provoca.

A questão apresentada possibilita ao aluno extrapolar o conhecimento apreendido para novas situações do cotidiano. Nesse sentido, pode permitir melhora na aprendizagem dos conceitos envolvidos no experimento, além do desenvolvimento de atitudes.

Plano proposto pelo licenciando A6

Questão problema

O que faz o ferro oxidar mais ou menos?

Podemos dizer que essa questão problema está mal formulada, não traz uma situação familiar para o aluno, pois a palavra “oxidar” não faz parte do cotidiano deles e a expressão “mais ou menos” é vaga por indicar um valor aproximado, mas sem parâmetros. Não traz consigo esclarecimentos para que os alunos possam compreender a questão. A palavra “enferrujar” teria melhor efeito, no caso. Como a questão não está clara, a mesma não permite ao aluno expor algum conhecimento sobre o tema, não despertando seu interesse. Conseqüentemente, a referida questão não propiciará o levantamento de hipótese para serem testadas.

Valorização dos conhecimentos prévios

- | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 – O que acontece em uma reação de óxido redução?
2 – Por que costumamos pintar os portões e portas de metais em casa? |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Observamos as questões apresentadas pela licencianda e percebemos que a segunda questão é mais adequada para levantar conhecimentos dos alunos, pois diz respeito a uma situação do cotidiano deles. Portanto, permite aos alunos expressarem conhecimentos a respeito da ferrugem ocorrida em portas e portões. Porém, a primeira não suscita aos alunos a exposição de qualquer conhecimento, pelo fato de estar totalmente direcionada aos conteúdos, que seriam desenvolvidos, apesar de ter relação com o problema, não a consideramos adequada.

Contextualização

As reações químicas envolvendo a oxidação e redução (sempre simultâneos) de espécies químicas são variadas e muito presentes no cotidiano. Pode-se citar como exemplos de reações de oxirredução, a corrosão, a fermentação, a respiração, os processos metabólicos, a fotossíntese, a conservação de alimentos, a combustão da gasolina, as pilhas e baterias que movimentam brinquedos, ou ainda as reações que envolvem a revelação fotográfica, os testes de glicose na urina, ou de álcool no ar expirado. A corrosão do ferro ocasiona anualmente enormes prejuízos financeiros para a sociedade. Mas quais são os fatores responsáveis por essa perda e o que se pode fazer para reduzi-la. “Corrosão” é um termo genérico aplicado aos processos pelos quais os metais são transformados em

óxidos ou outros compostos, este é um processo espontâneo. Isso provoca a destruição gradativa dos metais. Outro exemplo da corrosão é a prata ficar mais escura com o tempo e a formação de uma camada verde, mais conhecida como azinhavre, sobre objetos feitos de cobre.

Em todos esses casos ocorreu que o metal se oxidou, isto é, perdeu elétrons, enquanto outra espécie química, como o oxigênio (O₂) do ar, sofreu redução (ganhou os elétrons), causando a oxidação do metal. Todos os metais sofrem corrosão, com exceção apenas do ouro e da platina. No entanto, no caso de alguns metais, essa corrosão é menos violenta porque os compostos formados funcionam como uma espécie de proteção, como no caso da prata. O mecanismo da corrosão do ferro está relacionado à oxidação deste metal por meio de agentes oxidantes, que são a água e o oxigênio.

Por isso, o ferro oxida-se facilmente quando é exposto ao ar úmido, principalmente se houver grande presença de água.

Como exemplos de reações de óxido-redução presentes no cotidiano, o texto cita fermentação, respiração, processos metabólicos, etc. Com isso, permite ao aluno relacionar o tema com situações cotidianas e aprofundar o conhecimento sobre o assunto. O texto também propicia ao aluno perceber a importância da aplicação social do conhecimento, ao dar ênfase aos prejuízos financeiros ocasionados pela corrosão metálica. O referido texto explica ainda o fenômeno da corrosão de maneira clara e científica, trazendo as substâncias envolvidas no processo. Ao nosso ver, isso pode levar os alunos a iniciarem o desenvolvimento de atitudes científicas ao levantarem hipóteses, por exemplo.

Análise dos dados

- 1 – De acordo com o que foi observado no experimento, como podemos concluir que houve a oxidação do ferro?
- 2 – Quais regiões dos pregos sofreram mais corrosão?
- 3 – Quais fatores que diminuem a oxidação do ferro foram observados neste experimento? E quais fatores que aumentam a oxidação do ferro foram observados?

Todas as questões apresentadas são relacionadas ao conteúdo oxidação-redução, foco do experimento proposto pela licencianda. Acordamos que tais questões complementam perfeitamente a atividade experimental, sendo que todas têm condições de serem respondidas pelos alunos após a realização da atividade. Nenhuma delas permite ao aluno relacionar o conteúdo com o seu cotidiano ou perceber a relevância do mesmo para a sociedade.

Comunicação dos resultados

Não apresentou.

Análise de conteúdos procedimentais e atitudinais considerados ou não pelos licenciandos em suas SEIs.

Não tratamos aqui dos conteúdos conceituais, pelo fato destes serem intrínsecos a qualquer tema trabalhado em uma situação de ensino. De acordo com Zabala (1998, p. 43),

tais conteúdos “trata-se sempre de atividades que favoreçam a compreensão do conceito a fim de utilizá-lo para interpretação ou conhecimento de situações, [...]”.

Em relação aos conteúdos procedimentais, identificamos que estes foram considerados por todos os licenciandos, atrelados ao desenvolvimento de experimentos e análise dos dados relacionados aos mesmos. Antes de elencar os conteúdos procedimentais trazidos nos planos de aula, julgamos importante fazer uma apresentação dos mesmos. Para Zabala (1998), estes são considerados como um conjunto de ações ordenadas, que pode incluir dentre outras coisas, técnicas, regras, destrezas ou habilidades, as quais são dirigidas para se atingir um objetivo.

Podemos afirmar que o licenciando A1, com o experimento de preparação e diluição de soluções possibilitou aos alunos do EM, desenvolverem destrezas e habilidades durante as atividades de medida de volume de soluções, realização de cálculos de concentração e organização de dados em tabelas.

A licencianda A2, com o experimento de solubilidade proporcionou aos alunos a realização de observação do referido fenômeno nas substâncias e classificação das mesmas analisadas em dois grupos de acordo com a solubilidade delas. Além dessas habilidades, os estudantes organizaram as observações em tabelas.

Também o licenciando A3 promoveu conteúdos procedimentais com o experimento proposto, envolvendo os alunos em atividades de observação. Os estudantes observaram a reação de oxidação do álcool e evidenciada pela mudança de coloração ocorrida na solução reagente (bafômetro), de laranja para verde quando em contato com o álcool.

No experimento proposto pela licencianda A4, identificamos o desenvolvimento de habilidades de observação da solubilidade de substâncias e classificação das mesmas de acordo com esse fenômeno. Além disso, propôs aos estudantes construção e preenchimento de tabelas a partir dos dados observados.

A licencianda A5, com o seu experimento, possibilitou aos estudantes aprimorarem as próprias habilidades de observar e comparar o comportamento de mudança de coloração de substâncias frente a um indicador ácido-base (solução aquosa de repolho).

Quanto à licencianda A6, entendemos que esta oportunizou o desenvolvimento de destrezas ao manusear objetos necessários para a montagem de uma pilha de limão. Além disso, os alunos desenvolveram habilidades de leitura do multímetro.

Portanto, os conhecimentos procedimentais foram contemplados em todas as SEIs propostas elaboradas e apresentadas pelos licenciandos.

Os conteúdos atitudinais, a nosso ver, são os mais difíceis de serem desenvolvidos, tendo em vista que é impossível avaliar a apropriação dos mesmos somente por meio de aplicação de uma SEI. Os conteúdos atitudinais, na concepção de Zabala (1998 p. 46) “[...], englobam uma série de conteúdos que por sua vez podemos agrupar em valores, atitudes e normas”.

Nos planos de aula apresentados, identificamos que quatro dos licenciandos (A1, A2, A4 e A6) não contemplaram qualquer atividade, que por meio de um diálogo entre professor e alunos suscitasse o desenvolvimento de atitudes ou valores. Já o licenciando A3 e a licencianda A5 elaboraram questões para análise de dados, possibilitando aos alunos refletirem sobre prevenção de acidentes de trânsito e saúde respectivamente. Acreditamos que tais situações se devidamente mediadas pelo professor, de maneira a estabelecer um diálogo efetivo entre as partes, podem promover mudanças de atitudes.

Apresentação dos planos de aula com abordagem investigativa para o grande grupo/contribuições dos colegas

Cada licenciando apresentou seu plano de aula com auxílio de slides para o grupo. Durante a apresentação, os colegas participaram e comentaram, com intuito de sugerir contribuições para a proposta.

Apresentação do licenciando A1

Esse licenciando apresentou uma proposta intitulada: “O que deixa um café forte ou fraco?”, objetivando o envolvimento dos alunos em preparação e diluição de soluções. Tal proposta foi desenvolvida com alunos de segundo ano do EM, no período diurno. Ao iniciar sua apresentação, foi alertado por A3 e A6 que o seu texto de contextualização respondia a sua questão problema. Como pode ser evidenciado em alguns trechos da apresentação:

A6: *O texto já responde sua questão problema, no penúltimo parágrafo ali ele fala da diluição da solução, quantidade mais as concentrações, então aí você já respondeu sua questão problema.*

A3: *Se ele olhar pra equação ele já responde sua questão problema.*

A1: *Então você sugere tirar?*

PESQUISADORA: E aí, A4? Fala alguma coisa.

A4: *[...], a questão problema, já tem a resposta no texto, mas que eu não sei outra sugestão.*

A6: *Eu acho que você tem que mudar essa questão problema.*

A3: *Eu também sou a favor de mudar, mas o quê? Parece fácil, por isso que os professores desistem acho né, de dar uma aula assim, eu não vou desistir...*

Mesmo os licenciandos percebendo que a questão problema poderia ser respondida sem nenhum esforço pelos alunos, isto é, somente consultando o texto, a princípio não conseguiram dar outra sugestão ao licenciando A1. Assim, passamos a analisar os conhecimentos prévios. A terceira questão traz a expressão “conhecer a concentração com exatidão”, que também causou polêmica, conforme indicam trechos da apresentação:

A6: *Porque é importante conhecer a concentração com exatidão?*

A1: *Eu acho que para o conhecimento...*

A6: *Do aluno?*

A1: *Sim, é importante conhecer a concentração das coisas do dia a dia...*

A3: *De remédio ele precisa conhecer a concentração exata.*

A1: *Realmente.*

Como os licenciandos não se convenceram com as afirmações de A1 sobre conhecer as concentrações exatas das soluções, os mesmos passaram a dar sugestões para possíveis modificações nos conhecimentos prévios elaborados por A1. Conforme indicam os trechos a seguir:

A6: *Se a gente mudar, invés de falar de chá forte ou fraco falar de química, [...]*

A5: *Uma concentração de açúcar num suco.*

A6: *Uma água pode ser... estar mais salgada que a outra, não tô pensando mais nada agora assim, não sei... que possa talvez ele sentir no paladar que aí essa tem mais sal que essa.... a concentração é diferente.*

A3: *Poderia falar da importância, por exemplo porque é importante o conhecimento das concentrações, né? Alguma coisa assim, você não pode ficar tacando sal na comida demais, isso é importante saber.*

A6: *Aí tá a importância de conhecer mas não a concentração com exatidão.*

A3: *É, acho que é mais na importância, porque é importante mesmo.*

A palavra exatidão causou certo desconforto aos demais licenciandos, fazendo-os buscarem mais uma vez, exemplos ligados ao dia a dia dos alunos. Destacamos que “exatidão” é sinônimo de perfeição, precisão, rigor, certeza e, nos exemplos trazidos por A1, esta palavra ficou inadequada. Dessa forma, motivou os licenciandos a debaterem a respeito

da importância de conhecer a concentração, mas não de maneira precisa. O licenciando A1 propôs três questões para análise dos dados, sendo que duas delas estão relacionadas ao conteúdo tratado no experimento e uma questão mais voltada para o cotidiano. Desse modo, durante a apresentação, os demais licenciandos fizeram comentários, procurando contribuir com a SEI em questão:

A2: *E se na primeira ele pedisse é... Se o material preparado é uma solução saturada, insaturada...*

A5: *É, você poderia classificar, fala pra ele classificar as soluções...*

A2: *Ou numerar os copinhos e falar que o número um... Qual é? Saturada ou insaturada, o segundo é supersaturado ou insaturada.*

A5: *Faz sentido.*

A3: *É. Ou você pode pedir pra ele explicar a diferença de um copo que saturou de um copo que não tá saturado.*

A1: *Aí eu teria que colocar isso na contextualização também né?*

Os licenciandos A2 e A3 deram sugestões interessantes relacionadas ao experimento previsto pelo licenciando. Quanto à atividade de finalização da SEI, ou seja, a aplicação do conhecimento proposta por A1, foi julgada por alguns de difícil resolução, como mostram os trechos a seguir:

PESQUISADORA: [...] vocês acham que o aluno é capaz de responder aquela pergunta?

A6: *Não.*

PESQUISADORA: Por que não?

A6: *Porque eu acho que em nenhum momento falou-se em diluição... diluição de gases no líquido, alguma coisa assim eu não sei se ele vai ter essa ligação.*

A3: *É meio, é difícil, nem falar de gases não fala né? Lá pra cima né?*

A2: *Porque na gaseificação eles vão falar assim: vai colocar gás no refrigerante, mais ou menos isso.*

Apresentação do licenciando A2:

O licenciando A2 não apresentou sua proposta aos demais participantes.

Apresentação do licenciando A3:

O licenciando se propôs trabalhar com a função álcool utilizando o dispositivo bafômetro, por meio da seguinte atividade “Álcool e direção perigosa: Química do bafômetro” o objetivo apresentado por ele foi o de “discutir conceitos da função orgânica álcool”. Essa atividade foi aplicada a uma turma de terceiro ano do EM diurno. Ao iniciar sua explanação sobre o bafômetro, A3 recebeu elogios dos demais licenciandos, afirmando que a ideia era muito boa, pois o bafômetro sendo um dispositivo importante, ainda não sabiam a respeito do seu funcionamento. Os trechos da apresentação indicam os comentários e sugestões:

A1: *É uma coisa que a gente ouve falar mas não sabe como funciona.*

A6: *Eu não sabia como funciona.*

A1: *Você podia colocar uma introduzidinha pelo menos.*

A3: *Falando do bafômetro?*

A1: *Não, da reação de oxidação do álcool. Porque permite que você faça o levantamento dos conhecimentos prévios.*

A6: *Explicando sobre a oxidação...*

A2: *Acho que você deveria explicar a reação.*

A3: *A ideia é essa...*

A5: *Você poderia colocar no texto mesmo, aí entre parênteses a molécula lá, depois ele forma a reação.*

A6: *Então talvez seria mais interessante, você entrar mais na parte química.*

A1: *E tirar alguns dados.*

A3: *Então, eu tenho dificuldade nisso, porque se eu jogar, tenho medo de jogar a química ali, aí que eu fiquei com medo de tá entregando as coisas pra eles.*

Percebemos claramente nas afirmações das licenciandas A5 e A6 uma preocupação com a inserção de conteúdos químicos na atividade. Ao contrário dos colegas, o licenciando A3 afirmou ser sua intenção não entregar tudo pronto para os alunos, mas sim instigá-los a pesquisarem também os conhecimentos químicos envolvidos na SEI.

PESQUISADORA: Mas você não precisa dar a resposta, ou dar uma pergunta que diretamente vai olhar o texto e vai responder. Mas você precisa dar algum indício no seu texto para que aluno consiga responder alguma pergunta conceitual.

A1: *Por isso que se você colocar a reação de oxidação lá, você pode pedir alguma coisa a respeito.*

A6: *E se você dar a reação e pedir pra ele falar os agentes oxidantes e redutores, não sei, ou algo mais simples.*

A3: *Olha essa parte aqui óh... a detecção da embriaguez por esse instrumento é visual pois a reação que ocorre é a oxidação do álcool anidro e a redução do dicromato a cromo, ou mesmo cromo 3, ou mesmo a cromo 2, a coloração inicial é amarelo-alaranjada devido ao dicromato, e a final é verde azulada visto sendo cromo 3, verde e o cromo 2, azul.*

A6: *Não tá muito difícil? Não tá aprofundado?*

A2: *A3 você tá querendo judiar dos meninos... porque acho que não está querendo entregar tudo de mão beijada eu sei, você tá com medo de tipo, olhar no texto e repetir embaixo, não é? Você tá com medo de deixar como uma consulta não é?*

Segue a apresentação a respeito de sua questão problema.

PESQUISADORA: Vamos pensar sobre a situação problema agora.

A1: *É, como identificar o teor alcoólico?*

A6: *O teor não, é.. como você sabe se a pessoa bebeu ou não?*

A1: *Exatamente.*

A6: *Porque só tipo, saber se ela bebeu, talvez não vai fazer parar de dirigir.*

A3: *Então: você seria capaz de saber se uma pessoa está embriagada ou não? Eu acho que assim ficaria melhor, que vocês acham?*

A5: *Que a frase em si ficou meio esquisita... porque evitar uma pessoa alcoolizada dirigir...*

A6: *Porque após realizar o teu experimento, mesmo assim você não sabe se você vai ser capaz de evitar que uma pessoa dirija ou não, mas com esse experimento você sabe se uma pessoa está embriagada ou não.*

A5: *Eu também... é difícil a gente pensar numa coisa legal, mas é difícil fazer a frase, formular a frase.*

Percebemos nesses excertos que o problema proposto por A3 é de difícil entendimento, gerando um debate no tocante à identificação de uma pessoa alcoolizada. A licencianda A6 demonstrou uma preocupação muito oportuna: “o experimento não é capaz de fazer uma pessoa mudar de atitude. Ou melhor, evitar que uma pessoa dirija após beber”. Apesar de perceber a frase estranha de A3, A5 afirmou ser difícil formular uma frase.

Destacamos que os temas desenvolvidos pelos licenciandos foram apontados pelos professores dos colégios, os quais disponibilizaram suas aulas para os licenciandos. Conforme indicam os trechos a seguir, os licenciandos apresentam uma preocupação em atender o que

foi solicitado pelos professores. Esse dado é interessante, pois evidencia o envolvimento dos licenciandos com o curso.

A3: [...] *É um tema muito amplo né, dá pra falar sobre muita coisa né, na verdade.*

A2: *Mas daí você tá focando nas reações químicas e não na oxirredução.*

A6: *Tá mas você tem que focar nas funções orgânicas.*

A3: *A aula que o professor tá dando é sobre funções orgânicas.*

A2: *Tá mais dá pra explorar oxirredução também.*

A3: *Eu não achei, experimentos sobre funções orgânicas o que mais tem é... teor de álcool na gasolina, esse aqui eu achei interessante porque faz o aluno se envolver por conta das bebidas alcoólicas, aí eu fiquei meio assim em ficar batendo em oxirredução.*

A6: *Aí você ia sair muito do assunto.*

No momento de apresentar as questões para análise de dados, A3 não demonstrou clareza em como abordar os conteúdos do experimento por meio de questões mais próximas da realidade dos alunos.

PESQUISADORA: [...] concordam comigo que a primeira gera um converseiro, mas a segunda...

A6: *A segunda vixe...*

PESQUISADORA: Como a A4 falou, ela é muito difícil.

A4: *Eu não achei que é difícil, só achei que é... num vai dar nada, não vai gera o converseiro como a professora falou.*

A5: *Vai calar.*

A2: *Vai ficar um olhando pra cara do outro.*

A2: *Pega uma reação, explica o que tá acontecendo e daí faz uma pergunta a respeito dela, acho que daí vai ficar uma pergunta pra estimular, do que pedir pra eles resolver uma equação, porque eu lembro que eu nunca resolvia equação química.*

A3: *Se causasse, se causasse alguma confusão aqui, aí eu explicaria né, o que acontece numa reação de oxirredução, oxida, reduz, perde, ganha elétrons.*

PESQUISADORA: E a terceira, como podemos identificar a ocorrência de uma reação química?

A6: *Também ficou perdida né? Porque você não falou nada sobre reação química no texto... porque tem como falar eu acho... terceiro ano tem que saber isso mas...*

A2: *Porque quando a gente bebe, a gente perde os reflexos.*

A3: *Perguntar isso pra eles?*

A2: *É, cada um... você vai ouvir coisas absurdas mas...*

A licencianda A2 fez uma observação muito importante, ao lembrar que é melhor explicar uma reação química e fazer uma pergunta na tentativa de estimular os alunos, do que pedir para eles resolverem uma reação química.

Apresentação da licencianda A4:

Com o tema forças intermoleculares, a licencianda se propôs a trabalhar com um experimento de solubilidade e miscibilidade, com o objetivo de discutir com os alunos “os diferentes tipos de ligações químicas”. Essa atividade foi aplicada em uma turma de primeiro ano de EM no período noturno.

A4 iniciou sua apresentação pela questão problema, afirmando que esta era muito dependente de seu experimento. Por ser uma pessoa muito tímida, durante a apresentação, a mesma licencianda permitiu poucas intervenções dos demais licenciandos.

PESQUISADORA: Então vamos pensar na questão problema dela: você já pensou em como são formados os diversos tipos de matéria?

A4: *É muito dependente do experimento...*

PESQUISADORA: [...] mas o que você quis dizer com formado, tipos de matérias?

A4: *Ah, que muitas vezes tipo, por exemplo os talheres, a gente não sabe do que ele é formado através da ligação metálica que forma a liga metálica que...*

PESQUISADORA: O que você acha A3?

A3: *Trocar matérias por materiais.*

PESQUISADORA: Porque matéria ficou meio estranho...

A3: *E a pergunta ali não tá tipo... você já pensou? Eu vou responder, não, ou tipo, já.*

A5: *Coisa bem direta...*

A2: *Ou deixar como são formados os diversos tipos de ligação e tirar o “você já pensou” porque pode ficar muito, sim, não. Ou colocar um explique, esse tipo de coisa...*

A confusão feita com as palavras matéria e materiais, percebida por A3 logo no início da atividade, os demais licenciandos julgaram-nas como um fator importante, pois os mesmos concordaram que uma palavra pode mudar o contexto de uma atividade. Outro ponto positivo

referiu-se à percepção dos mesmos quanto as questões, pois as respostas poderiam ser sim ou não. Tais respostas não seriam adequadas para iniciar uma investigação.

PESQUISADORA: [...], vamos lá para análises dos dados.

A4: *Monte uma tabela com os dados obtidos no experimento registrando os sólidos como solúvel, pouco solúvel e insolúvel e explique quais fatos que o levaram a essa conclusão.*

PESQUISADORA: Quais os fatos?

A4: *Os fatos não, os... as evidências, ou não?*

PESQUISADORA: O que vocês acham?

A5: *Quais observações?*

A3: *Quais observações?*

A2: *Quais observações né? Mais visual mesmo...*

A4: *Eu meio que peguei um pouco de cada um. Daí explique brevemente o porquê que alguns sólidos se solubilizam com a água e outros não, eu coloquei esse e outros não, porque eu não sei qual vai ser o outro solvente, entendeu?*

PESQUISADORA: [...] depois do seu experimento, é possível que os alunos consigam responder essas questões?

A4: *Não. Porque no texto eu também não quis colocar muita informação, porque fiquei com medo de entrar em outras coisas entendeu?*

Nesse trecho, percebemos que a licencianda A4 não permitiu a intervenção dos colegas, pois interpelou rapidamente o que a pesquisadora perguntou justificando sua proposta. No fragmento seguinte, a licencianda quase terminando a apresentação da análise dos dados, ou seja, finalizou sua participação. Naquele momento, tivemos um primeiro momento de debates.

PESQUISADORA: Baseado no experimento, é possível obter algumas características dos diferentes tipos de ligações, conhecendo solubilidade dos materiais? O que vocês acharam dessa questão?

A5: *Não entendi.*

A4: *É, tipo assim, o experimento é sobre solubilidade, através desse experimento pode concluir alguma coisa, alguma característica dos tipos de ligação?*

A2: *Você fala assim, essa característica é reconhecer as ligações?*

A4: *É.*

A2: *Pra mim não daria, precisaria mudar o verbo obter, seria melhor reconhecer, fazendo o experimento é possível reconhecer os tipos de ligações?*

Notamos sinceridade na fala de A2 ao afirmar que seria preciso modificar o verbo na frase em questão, para possibilitar o entendimento do contexto da pergunta. Salientamos a importância de momentos de debates como aquele, pois acreditamos que a exposição de nossas ideias, seria o primeiro passo para a construção do conhecimento.

Em relação à atividade de finalização da SEI, esta licencianda pediu uma pesquisa sobre aço, ferro e alumínio, acreditando que poderia resgatar essas atividades em outro momento. Quando soube que não seria possível realizar a tarefa proposta, passamos para o debate.

PESQUISADORA: [...] Você tem que pensar alguma coisa do dia a dia que tenha relação com a miscibilidade.

A3: *Tinta também né? Às vezes alguma tinta você tem que jogar o solvente lá não tem?*

PESQUISADORA: Tinta de quê?

A3: *Tinta de casa mesmo.*

A2: *Dissolve em água, dissolve em óleo...*

A3: *Ou tinta à base de óleo, a base de água, ela vem, vem por exemplo, ela vem preparada, mas daí foge um pouco, você tem que jogar o solvente pra ela, pra poder trabalhar...*

Como a questão elaborada pela licencianda A4 não apresentava relação com miscibilidade, os licenciandos tentaram dar sugestões sobre o assunto em questão, buscando uma aproximação com o cotidiano dos alunos.

Apresentação da licencianda A5:

A proposta elaborada com o título “Como reconhecemos se uma laranja é ácida?”, foi aplicada, pela licencianda A5, em uma turma de segundo ano do EM no período diurno. E teve como objetivo “estudar ácidos e bases”. A licencianda começou apresentando sua questão problema:

A5: [...] *você conseguiria diferenciar um ácido de uma base?*

PESQUISADORA: [...] O aluno consegue responder? Depois de ler aquele texto? No texto você diz que o ácido tem sabor azedo e a base tem sabor adstringente?

A5: *Não.*

PESQUISADORA: E como ele vai saber se o que está comendo é azedo, é ácido, é base? E como podemos identificar um ácido e uma base? Esquece a história de indicador, pH...

A3: *Pelo sabor.*

PESQUISADORA: Eu acho que é por aí que você tem que começar a puxar o assunto.

A3: *Por exemplo, uma fruta com caráter ácido, [...]. Outro exemplo, não sei, alguma coisa com caráter básico aqui eu acho que vai ser complicado pra eles responderem...*

PESQUISADORA: Então, mas ela pode perguntar, por isso que lá no texto se ela escrever que o gosto adstringente é a mesma coisa que marrento...

A6: *Ela sabe dizer que a banana verde tem esse gosto.*

Os licenciandos A3 e A6 ajudaram a colega pensar na resolução do problema proposto.

Ao iniciar a apresentação sobre os conhecimentos prévios, a licencianda A5 cometeu um equívoco em relação ao objetivo de levantar os conhecimentos prévios dos alunos.

A5: *Isso que eu ia falar agora, conhecimentos prévios, seria mais para análise do experimento.*

A3: *Na dois, A5 o que você espera de uma resposta ali?*

A5: *Ah é mais porque a ação da... né porque a ação da cerveja, refrigerante... é a primeira a ser cortada tipo, porque a acidez dele, não sei... é, mas o que a causa assim no nosso organismo né, o que provoca, eu pesquisei assim os elementos que formam a própria acidez no estômago, [...].*

PESQUISADORA: Então, você poderia tirar a história da cerveja e perguntar quais alimentos ou bebidas podem causar gastrite.

A6: *Fazem mal para a pessoa que tem a gastrite.*

Julgamos que as questões propostas pela licencianda, para levantar os conhecimentos prévios, foram boas questões, pelo fato de permitirem aos alunos buscarem seus conhecimentos anteriores para dialogar com o professor e com os demais alunos. As questões estavam diretamente ligadas ao cotidiano dos alunos de EM.

PESQUISADORA: Assim fica difícil te ajudar, quais materiais são mais ácidos, quais são mais básicos? Se a gente nem sabe quais são os materiais que você vai colocar?

A5: *Tinha pensado o vinagre, leite, suco de limão, seria suco de laranja, vou ver qual que fica melhor, soda cáustica seria legal e bicarbonato de sódio.*

PESQUISADORA: Mas a soda cáustica tem o problema que eu te falei. Você tem que pegar alvejante a base de hidróxido de sódio, do tipo limpa forno, ajax, desengordurantes, esses tipos de coisa....

A1: *A base de amônia também dá...*

A3: *Soda não?*

PESQUISADORA: Soda pura, não poderá ser levada para a escola, lembra?

Deixamos claro que não levaríamos soda cáustica para a escola por uma questão de segurança dos alunos, porém esse detalhe muito importante foi esquecido pela licencianda. Outro ponto verificado foi, que ao entregar o seu procedimento experimental, a aluna não deixou claro quais materiais utilizaria, o que acabou dificultando as sugestões dos colegas.

As questões para análise de dados estavam adequadas, porém as licenciandas questionaram o uso da expressão “qualquer material”.

A2: *Qualquer material eu achei que seria, com qualquer conhecido se fosse só dos usados né, seria qual dos materiais utilizados...*

A6: *Ficou uma pergunta que não vem do prévio dele aí no texto ele viu que os materiais ácidos são ruins pra gastrite, então qualquer material ácido pode ser ruim pra gastrite? Pode ser que não, entendeu? Então eu acho que tem que ser um pouco reformulada essa pergunta.*

A respeito da questão de aplicação do conhecimento da licencianda A5, sobre chuva ácida, os demais licenciandos acharam que é uma questão difícil.

A6: *Nem eu sei bem responder.*

A3: *Nem eu sei fazer.*

Apresentação da licencianda A6:

Ao iniciar a apresentação, a licencianda que trabalhou com o tema oxirredução, mencionou o título de sua proposta *Oxirredução do ferro*, proposta desenvolvida com alunos do segundo ano do EM. Em seguida deixou claro os seus objetivos com a proposta que foi *observar e estudar o processo de oxirredução do ferro, observar os processos que podem diminuir e aumentar a corrosão do ferro.*

Em seguida, a licencianda apresentou o próximo item do plano, que foi a questão problema. Como já mencionamos esta questão não é uma pergunta objetiva porque não oportuniza aos alunos levantarem hipóteses. Seguem os trechos:

A6: [...] *A minha questão problema é, o que faz o ferro oxidar mais ou menos?*

PESQUISADORA: O que você quis dizer com essa questão problema?

A6: *Porque é, no meu experimento eu trago quatro pregos, no caso um prego reto que ele vai demonstrar que a corrosão acontece nas pontas, o outro torto que ele vai realmente identificar que essa corrosão acontece nos cantos, nas pontas, para mostrar também que ocorre corrosão nas dobras, e aí tem os metais de sacrifício que é o alumínio e o cobre que protege o ferro, entendeu? Ai no caso o que eu quis dizer que no ferro o que corrói mais é ter mais superfície de contato. Superfície de contato acho que não seria a palavra certa né?*

A3: *Uma ideia, eu não sei se casa uma ideia... o que faz o ferro oxidar mais rapidamente?*

Constatamos por meio desses excertos, nem mesmo a licencianda teve clareza quanto ao propósito de sua questão problema, pois não conseguiu explicá-la. O ponto de vista do licenciando A3 estava mais próximo daquilo que julgamos enquanto uma questão problema adequada, pois ao propor um desafio, o professor transfere a tarefa de raciocinar para o aluno.

Ao sugerir questões para o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, a licencianda trouxe duas questões interessantes, porém a segunda questão apresentou um alto grau de exigência, percebida até mesmo pelos colegas do curso. É o que destacamos no trecho a seguir.

PESQUISADORA: Pense como um aluno de ensino médio, se a ele for perguntado, como acontece uma reação de oxirredução?

A3: *Ele pula pra outra questão...*

A1: *Ele pula pra outra questão porquê...*

A5: *Mas isso aí vai ser dito não vai ser?*

A3: *Ele vai falar, um perde elétron outro ganha.*

PESQUISADORA: Será?

A1: *Não.*

A3: *Ele vai falar pra responder acontece a ferrugem.*

Ao expor sua opinião a respeito do próprio texto, A6 afirmou *ser preciso adicionar teoria* justificando que daquela forma seria mais fácil para os alunos trabalharem com o material. O apego ao excesso de conteúdo é comum entre os licenciandos, pois normalmente eles admiram professores transmissores de uma grande quantidade de informações, reafirmando o pensamento “quanto mais, melhor”.

A6: [...]. *Aí esse seria o meu texto não tem nada de química então é preciso adicionar acho, é teoria, adicionar tabela de potenciais porque no meu experimento tá o ferro, o alumínio e o cobre então eu queria, adicionar esses potenciais no texto pra ele conseguir depois trabalhar com isso, porque senão eu acho que também fica um pouco difícil...*

PESQUISADORA: Em seu texto você mencionou vários exemplos sobre oxidação, a respiração. Eu acho que você deveria buscar algo mais próximo do aluno...

A6: *Citei que geram alguns prejuízos financeiros a sociedade, só isso.*

PESQUISADORA: Você poderia perguntar quais prejuízos?

A3: *É quando fala bem... fala bem curto e grosso, a ferrugem, quais prejuízos que a ferrugem pode causar?*

A6: *Quais prejuízos podem ser causados com a ferrugem?*

A3: *Isso. Eu acho que fica mais o linguajar deles não fica? Aí ele vai falar, aí estragou o portão de casa, aí ...*

Pelo diálogo acima, percebemos que ao tentar não facilitar as coisas para os alunos, na preparação do material, A6 se esqueceu de esclarecer pontos importantes, como os valores de potenciais de redução dos metais utilizados no experimento. Ela demonstrou preocupação, acreditando serem esses os valores capazes de melhorar o entendimento por parte dos alunos. Destacamos outro ponto importante ao referir-se e a palavra “ferrugem”, muito mais próxima da linguagem dos alunos conforme afirma A3, só foi lembrada pela licencianda A6 durante o debate. Recomendamos ao licenciandos a elaboração de uma análise dos dados com questões atitudinais e procedimentais, além das conceituais. De acordo com análise dos licenciandos, todas as questões apresentaram os conteúdos procedimentais.

A4: *Eu achei que as três ficou todas procedimentais...*

A1: *E bem parecidas...*

A4: *É...*

A3: *Quais regiões dos pregos sofreram mais corrosão? Aí ele vai responder, foi na... na ponta digamos assim né?*

A1: *Por que na última que você tá trabalhando algo que acelerou ou retardou o processo, você podia extrapolar um pouquinho e falar de prevenir a corrosão? Sei lá, o que eu poderia fazer pra prevenir a corrosão, sei lá vou pintar o portão na minha casa...*

A5: *Fica mais próximo da realidade do aluno.*

A6: *Eu posso dar uma tabela de potencial pra eles, exemplificar cada material*

A3: *Não, dá um do dia a dia, por exemplo, você coloca uma janela, como ele protegeria essa janela da corrosão é*

Percebemos pelos excertos que A6 insistiu em “dar uma tabela de potencial” para os alunos exemplificarem cada material, porém é lembrada por A1, A3 e A5 que era preciso propor questões mais próximas da realidade do aluno.

Como os licenciandos ainda apresentaram diversas dificuldades em suas propostas, achamos pertinente programar encontros individuais (período de 13 a 18/09/2016), no sentido de orientar e resolver as dúvidas deles. Esses encontros individuais foram no mínimo de três e máximo de cinco, dependendo do grau de dificuldade de cada licenciando.

Observamos também que os licenciandos demonstraram algumas dúvidas sobre elementos importantes do EI, assim propomos, ao final do respectivo encontro, doze questões (APÊNDICE 16) para orientar a leitura do texto 5 (ANEXO 3) de Carvalho (2013a).

Além da leitura acima destacada, sugerimos ainda uma pesquisa no texto 6, (HODSON, 1988) (ANEXO 4), sobre o papel do experimento para a ciência e para o ensino de ciência, e as diferenças entre trabalho de laboratório, experimentos e atividades didáticas. Observação: Ressaltamos que o texto 4 havia sido disponibilizado anteriormente aos estudantes.

É imprescindível destacar que, no período de 20 a 25/09/2016, realizamos reuniões individuais com os licenciandos, com intuito de colaborarmos com a melhoria em seus planos de aula para desenvolver na escola. Embora a versão final dos planos de aula teve nossa interferência e, conseqüentemente, tais materiais não serão avaliados nessa tese.

Análise do 9º Encontro

O início desse encontro foi marcado por um debate acerca das respostas dos licenciandos em relação às questões do texto 5 (APÊNDICE 16), buscando complementá-las com a leitura do referido texto. Debatemos pontos importantes como as ideias de Piaget e Vigotski, bem como suas contribuições para o EC.

A leitura orientada do texto ajudou os licenciandos a refletirem sob aspectos importantes na construção de uma SEI, tais como: a importância da questão problema na construção do conhecimento e permite aos alunos levantarem suas hipóteses; o conhecimento prévio deriva de um conhecimento anterior; é partindo dele que estimulamos os alunos a participarem das atividades.

Discutimos também que o aluno aplica aquilo aprendido em situações do seu cotidiano, por meio da contextualização. Por isso, é preciso cuidado ao elaborar um texto com essa finalidade.

Outros pontos importantes foram destacados, tais como: as etapas da SEI e seus objetivos; o papel do erro na prática construtivista; proposição de atividades em grupo; o papel do professor mediador e o papel da atividade de finalização da SEI.

A partir dessa discussão, os licenciandos refletiram sobre as modificações ainda necessárias em suas propostas, antes de levá-las para a sala de aula. Debatemos ainda com os licenciandos as diferenças entre experimento para a ciência e experimentos para o EC, de acordo com Hodson (1988).

Análise do 10º Encontro

Nesse encontro, foi feito um resgate geral sobre os temas estudados e as atividades desenvolvidas até aquele momento, especialmente para identificar o que havia sido compreendido sobre o EI e experimentação investigativa, bem como sobre a implementação em sala de aula.

Para tanto, proporcionamos um debate por meio de várias questões, dentre as quais destacamos:

- Sua ideia inicial sobre trabalho de laboratório na pesquisa e na graduação mudou após o curso, ou não?
- Havia no princípio um excesso de preocupação com segurança de laboratório?
- Vocês tiveram esses cuidados durante a realização do experimento nas escolas?
- Em que a proposta de experimentação por investigação utilizada por você na sala de aula se assemelhou ou se diferenciou da atividade no laboratório de pesquisa?

Após as reflexões desencadeadas durante o debate, solicitamos aos licenciandos a produção de um texto escrito individual (APÊNDICE 17), de acordo com a seguinte proposição:

“Você participou do curso de extensão: “O Papel da Experimentação no Ensino de Química”, no qual teve oportunidade de visitar um laboratório de pesquisa, realizar entrevistas com pesquisadores, leituras orientadas e discussões em grupo, bem como desenvolver atividades com abordagem investigativa e, por fim, propor, partindo de um roteiro experimental tradicional, uma SEI desenvolvida com alunos do EM. Produza um texto, relatando o que significou para você ter participado desse curso, ou seja, o que você

compreendeu acerca da experimentação por investigação e das possibilidades de sua implementação em sala de aula. Aponte suas dificuldades e avanços ao longo do curso”.

Análise do texto produzido pelos alunos

Dos textos produzidos pelos licenciandos como atividade final do curso, extraímos o que eles ressaltaram sobre o EI, suas dificuldades e novas percepções. Conforme descrição a seguir:

Licenciando A1

O Licenciando A1 afirmou que, antes de participar do respectivo curso e pesquisa de campo, tinha uma concepção bem diferente a respeito da experimentação. Atribuía a esta, a simples função de comprovar uma teoria, testar uma hipótese e coletar dados. Conforme o tempo passou e com muita reflexão durante os encontros realizados, sua concepção começou a mudar.

A internalização de novos conhecimentos, a partir de leituras realizadas, de debates ocorridos e também a experiência de visitar um laboratório de pesquisa, levou o referido licenciando a concluir que a experimentação é algo muito maior, pois a proposição de um experimento com algo relacionado ao cotidiano do estudante é uma tarefa árdua. Afirmou ter encontrado grande dificuldade na preparação de uma atividade de cunho investigativo, pois ainda não havia tido contato com algo parecido. A princípio, pensou que não seria tão difícil, mas à medida que começou a preparação da atividade, surgiram dúvidas quanto ao experimento e, posteriormente, quanto à elaboração de questões e do material a ser entregue aos alunos.

O licenciando declarou acreditar muito no EI, pois para ele foi muito eficaz na atividade que desenvolveu. Reafirmou que o EI é algo a ser levado para sempre.

Licencianda A2

O EI foi considerado interessante pela licencianda A2, porque pode levar o aluno a raciocinar. No entanto, ainda afirmou ser difícil desenvolver a referida proposta com alunos do EM, pois eles “não estão prontos”, conseqüentemente não prenderia a atenção desses alunos. Segundo a licencianda, a implantação do EI seria um grande desafio para professores e alunos, pois toda mudança pode gerar transtorno.

A participante asseverou que teve muitas dificuldades durante o curso e, muitas coisas tidas como verdades absolutas, foram rompidas. Também destacou a importância da

oportunidade em conhecer um laboratório de pós-graduação, que certamente contribuiu para abrir seus horizontes.

A colaboradora da pesquisa fez um desabafo, escrevendo que os primeiros anos de graduação são muito chatos, as matérias são difíceis e a universidade não oferece estrutura. Considerou que o curso lhe oportunizou um grande aprendizado, pois pode conhecer um pouco da sua futura profissão.

Licenciando A3

O licenciando declarou que a partir do curso, passou a ter um novo ponto de vista sobre o experimento. Ele compreendeu a importância referido curso e que mesmo poderá auxiliar o aluno na construção do conhecimento, a partir daquele experimento e com o auxílio e orientações do professor. É na atividade que o professor precisa propor uma questão problema com base no cotidiano do aluno, bem como as mediações devem estar fundamentadas na problematização e na contextualização.

No processo de construção e estudo, o aluno deve resolver o problema e ser capaz de aplicar os conhecimentos adquiridos, fora da sala de aula, ou seja, no seu dia a dia.

O licenciando afirmou que teve dificuldades para assimilar os objetivos do curso, mesmo tendo compreendido boa parte das ideias. Ainda encontrou problemas para elaborar uma atividade com caráter investigativo, que em sua opinião é a tarefa mais difícil. O mesmo atribuiu tal dificuldade à falta de experiência, pois acredita que se continuar trabalhando com essa abordagem de ensino, tais dificuldades serão superadas. Atestou sua mudança no olhar para o ensino experimental, após a conclusão do curso. Em razão desse novo enfoque, daquele momento em diante, seria possível realizar uma aula experimental diferenciada e com aspecto investigativo.

Licencianda A4

A licencianda A4 afirmou que as visitas ao laboratório possibilitaram o reconhecimento e a identificação de diferenças entre um laboratório de pesquisa e um laboratório de graduação.

Uma das alternativas apresentadas durante o curso, destacadas pela licencianda, foi a atividade com abordagem investigativa, por ter como objetivo não só ensinar os conceitos teóricos da química, como também contextualizar o EQ, aplicando-o ao nosso cotidiano.

Em relação às dificuldades encontradas, tanto foram para elaborar e montar uma aula, quanto para reelaborar. Porém notou que, pela experiência vivenciada com a aplicação da

SEI, apesar de trabalhosa, teve bastante aprovação dos alunos, pois as atividades os estimularam a pensar em fenômenos presentes no seu dia a dia.

Licencianda A5

A abordagem investigativa, de acordo com a licencianda A5, torna o aluno autônomo em relação ao seu conhecimento, pois o estimula a pesquisar e refletir.

A licencianda disse também que a sua participação no curso foi significativa, porque mudou a sua forma de pensar um experimento a ser desenvolvido em sala de aula. Segundo a mesma, as leituras e as discussões foram fundamentais para tal mudança. A construção do conhecimento em conjunto, ou seja, discussões coletivas foram importantes no processo de desconstrução de suas ideias equivocadas.

Antes da participação no curso, a respectiva licencianda não tinha estado em laboratório de pesquisa e nem sabia diferenciá-lo de um laboratório de ensino. Com as visitas e entrevistas pode conhecer melhor aquele ambiente e sua dinâmica de trabalho.

A licencianda destacou que a sua maior dificuldade foi a elaboração de uma atividade investigativa, pois não fazia ideia de como poderia ser elaborada.

Licencianda A6

A licencianda evidenciou em seu texto que o EI é uma abordagem que permite aos alunos criarem hipóteses e realizarem testes, buscando resolver o problema inicialmente proposto a eles.

A referida abordagem, conforme destacou a licencianda apresenta semelhança com as pesquisas de pós-graduação, pois em ambas há um problema a ser resolvido.

Uma aula investigativa pode ser interessante e motivar o aluno, desde que o assunto abordado e o problema proposto sejam do seu interesse, ou melhor, o assunto e o problema devem estar relacionados com o seu cotidiano.

A licencianda reconheceu que na elaboração de sua proposta, teve dificuldades para encontrar e fazer os exercícios de conhecimentos prévios, de análise de dados e o de comunicação dos resultados.

No EI, de acordo com A6, há uma sequência de atividades que podem ser seguidas para seu melhor aproveitamento, a começar pela apresentação de conhecimentos prévios aos alunos, feito por meio de perguntas simples e assuntos do cotidiano relacionados a conteúdos que serão abordados.

Do conteúdo das produções dos licenciandos, identificamos quatro categorias emergentes, a saber:

- a) Elementos que caracterizam o EI;
- b) Dificuldades para elaborar atividades investigativas;
- c) Contribuições do Curso;
- d) Entendimento do que vem a ser EI.

A categoria *Elementos que caracterizam o EI* apareceu nos textos de quatro dos licenciandos (A2, A3, A4 e A5). Esses elementos importantes do EI destacados foram: fazer o aluno raciocinar (A2); um experimento deve ser problematizado e contextualizado (A3); o objetivo do EI não é apenas ensinar conceitos, mas relacioná-los ao cotidiano (A4); propicia autonomia do aluno, pelo fato de estimulá-lo a pesquisar e refletir (A5). Tais características valorizadas por esses licenciandos são realmente importantes nessa abordagem de ensino e vem ao encontro daquilo que argumentam Kassebohemer, et al., (2015) ao destacar a participação ativa do aluno na construção do seu conhecimento, à medida que lhe dá possibilidade de ir a campo pesquisar sobre o tema em questão.

Já a categoria *Dificuldades para elaborar atividades investigativas*, pode ser identificada nos textos dos seis licenciandos. Todos os licenciandos afirmaram que tiveram dificuldades em uma ou mais etapas durante o processo de elaboração de atividades investigativas. Isso pode ser verificado em suas SEIs, conforme demonstrou as análises realizadas. Tais dificuldades de elaboração de atividades foram justificadas pelos licenciandos, pois em alguns momentos do curso, as mesmas estavam atreladas a um tema não escolhido por eles, pelo desconhecimento da realidade dos alunos e ausência de um modelo a ser seguido, dentre outras. Quanto à necessidade de um modelo, Sá (2009) nos alertou que, não existe um roteiro que venha contemplar todas as etapas relevantes de uma atividade investigativa, ou seja, não existe “o exemplo” a ser seguido. Dessa forma, a intencionalidade do professor ao propor uma situação investigativa é que vai determinar os elementos a serem considerados.

A categoria *Contribuições do curso* emergiu dos textos de quatro dos licenciandos (A1, A2, A3 e A5). Estes mencionaram as contribuições advindas do curso em seus respectivos processos de formação, são elas: mudança de concepção com relação à experimentação por meio das leituras e discussões ocorridas nos encontros (A1); rompimento de ideias que tinha como verdades e conhecimentos sobre a futura profissão (A2); mudanças do ponto de vista em relação ao experimento (A3); mudança na forma de pensar o experimento para ser desenvolvido em sala de aula por meio das leituras e discussões (A5).

O *Entendimento do que vem a ser EI* pode ser estabelecida apenas no texto da licencianda A6. Para a referida licencianda, o EI permitiu aos alunos elaborarem hipóteses e realizarem testes diante de um problema proposto. Destacou também que tal abordagem se assemelha às pesquisas de pós-graduação, pois ambas possuem um problema a ser resolvido. Ela compreendeu que para o EI acontecer deve-se partir de uma situação problema. A esse respeito, Echeverría e Pozo (1998) fazem um alerta aos professores sobre os cuidados necessários ao se propor um problema na elaboração de uma atividade investigativa, pois nem sempre o que parece ser um problema interessante para o professor, fará sentido para o aluno. Ainda sobre o problema numa atividade investigativa, Carvalho (2013a) afirma que este precisa ser bem objetivo na maneira de envolver os alunos na elaboração de hipóteses.

Como mencionado no capítulo dois, naquele encontro foi feito um resgate com os licenciandos acerca dos pontos relevantes desenvolvidos no curso, gerando uma roda de conversa entre pesquisadoras e licenciandos. Discutimos a partir da proposição do nosso questionamento sobre as percepções dos licenciandos acerca da experiência deles em relação à atividade desenvolvida na escola. De modo geral, os licenciandos relataram a presença do nervosismo, bem como ficaram perdidos com a experiência de ministrar uma aula, pois os licenciandos nunca tinham vivenciado uma situação daquela natureza, ou seja, na condição de professor. Aparentemente, o nervosismo é algo normal por falta de experiência de sala de aula.

PESQUISADORA: Conta-me sobre sua aplicação A4, o que você achou?

A4: [...], já tava até me sentindo perdida, como é que eu ia começar, como que eu ia fazer...

A1: Eu entrei lá em pânico, [...]

A2: [...] bem nervosa, tranquila jamais, porque fazia muito tempo que eu não entrava num colégio, [...]

A5: [...], eu sou quietinha né, foi difícil falar muito assim, [...]

A3: [...] e eu achei que fosse ficar mais tenso alguma coisa assim, que sempre fico né, quando vou fazer uma atividade assim, não assim né mas algo parecido [...]

Outro ponto importante citado por quatro dos licenciandos (A2, A3, A5, A6)), apesar de todo nervosismo, algo normal por não terem vivência em sala de aula, os mesmos gostaram da experiência, pois os alunos participaram e interagiram com eles durante o desenvolvimento das atividades.

A5: [...], eu gostei bastante, porque eles interagiram bastante, eles perguntaram bastante. E vê assim claramente o interesse deles aprenderem a conhecer, procurar saber mesmo.

A6: Bom, eu gostei muito de ter aplicado, [...], achei que eles participaram. Pelo menos eles fizeram a parte de analisar os dados assim, eu conversando com um grupo eu pude perceber um pouco que eles conseguiram entender o conceito, [...], acho que valeu a pena.

A2: [...] consegui interagir um pouco com eles, poucos alunos interagiram mais, eu vi que eles estavam prestando bastante atenção, mas aos poucos, daí, depois que eu comecei a falar, eu fui perdendo o nervosismo, fui ficando mais à vontade. [...] deu pra gente ter uma noção de como é lá na frente.

A3: Eu achei, em relação a turma, turma tranquila né, eu achei bem tranquilo, não achei nada de muito bagunçado e tal. [...] Só a turma que eu notei assim, quando você tá conversando com a turma, igual a professora mesmo fala conversando tal, a turma fica lá quieta tal, presta atenção e tal, [...]

Destacamos que os licenciandos gostaram de aplicar uma atividade, simplesmente porque os alunos prestaram atenção e interagiram com as atividades propostas. Aquilo que deveria ser natural, mas refletiu naquilo que os licenciandos pensavam a respeito do papel do professor, bem como sobre o processo de ensino-aprendizagem. Ou seja, “os estudantes das licenciaturas ingressam no curso já com uma concepção de ensino e do papel do professor consolidados” (QUADROS; MORTIMER, 2018, p. 30). Aquele modelo de professor transmissor de conhecimento, conhecido no EM e até mesmo na graduação, apesar de ser tão criticado, costuma ser intuitivamente imitado por eles.

A experiência de aplicar uma atividade para alunos do EM mostrou aos licenciandos que o modelo de professor “fala sozinho” durante as aulas, está fadado ao fracasso. Os alunos não se interessam por aulas assim, é preciso dar voz a eles. Para isso, o professor necessita ter em mente que “as ciências abordadas em sala de aula precisam ser mais que uma lista de conteúdos disciplinares e devem permitir também o envolvimento dos alunos [...]” (SASSERON, 2013a, p. 42). Dessa forma, o conteúdo deixa de ser o foco das aulas.

O diálogo seguiu com os licenciandos opinando sobre a elaboração da atividade desenvolvida com os alunos do EM. Como os alunos receberam um tema para desenvolver de acordo com o plano do professor de química de cada escola, perguntamos:

PESQUISADORA: [...]. Se não estivéssemos presos ao conteúdo: pilhas, álcoois, interações, no caso dela ácido, base, você acha A5 que conseguiria produzir a atividade com mais facilidade?

A5: *não, porque primeiramente precisava de um tema, algo assim, e eu ficaria mais perdida pra achar algo legal assim pra fazer que tal conteúdo assim, seria bem mais difícil, coisa é bem mais ampla e não sei, pra mim eu acharia bem mais difícil [...]*

A4: *Ah eu acho que eu já ia me confundir na hora de escolher o tema, o conteúdo, mas acho que esse conteúdo foi muito difícil, [...]*

PESQUISADORA: E você A6, A2, A3?

A6: *[...], eu acho que também seria mais, mais fácil, que daí eu ia poder escolher um tema que talvez eu tivesse mais familiaridade, que eu conheço mais sobre ele e porque eu tive que aprender bastante coisa pra falar a verdade, [...]*

A3: *Seria bem mais fácil, pra mim seria bem mais fácil, eu escolheria o conteúdo que eu gostaria de trabalhar porque eu tive muita dificuldade pra achar um experimento [...]*

A2: *eu acho, que se fosse qualquer assunto seria mais fácil também, porque o meu tema era ligação química também, e a minha aula tava muito teórica, eu não conseguia, eu sabia o que eu tinha que fazer mas eu não conseguia fazer aquela coisa sair de ser tão teórica, tão química e trazer pra realidade e foi onde eu senti minha maior dificuldade ali, eu não conseguia, [...]*

PESQUISADORA: E você A1?

A1: *Eu tive muita dificuldade em escolher o experimento também, [...]foi um pouco complicado, agora se eu tivesse que escolher um experimento ou algum outro tema, eu acho que teria sido mais simples.*

Quatro dos licenciandos (A1, A2, A3 e A6) destacaram que teria sido mais fácil pensar as atividades se eles mesmos escolhessem os temas. Já A4 e A5 disseram que seria mais difícil se eles tivessem que escolher um tema. As respostas fornecidas pelos licenciandos de uma maneira geral, é bastante compreensível, pois eles estão bem no início do curso de Química, portanto, ainda incipientes em termos de conteúdos teóricos específicos da química.

Os licenciandos, ao serem questionados sobre as dificuldades advindas da proposição de atividades experimentais investigativas, em sua maioria respondeu que entenderam teoricamente as características necessárias para uma abordagem ser investigativa, mas afirmaram que a dificuldade está em pensar, ou seja, colocar as ideias no plano de aula.

Observamos o descrito anteriormente em algumas partes transcritas do debate envolvendo o EI ou atividades com abordagens investigativas:

PESQUISADORA: [...] vocês entenderam teoricamente o que era o EI, mas na hora de escrever no papel vocês não conseguiram se expressar? A A2 tocou nesse assunto agora, [...], porque vocês acham que isso aconteceu?

A6: *Que a gente tá condicionado talvez assim...*

A5: *Eu acho que porquê assim, você tem que preparar, a minha maior dificuldade foi os conhecimentos prévios, pegar os conhecimentos que eles já têm, algo que eles já conhecem [...], [...] muitos tá acostumado, o professor fala e eles ouvirem, agora fazê eles buscarem e você só ajuda, é bem difícil. Que muito depende do aluno, né, muito depende deles.*

PESQUISADORA: [...] Essa estória de ler, ler, mas depois eu não consigo colocar no papel, é uma coisa que precisamos refletir.

A3: *A gente lê demais e escreve de menos. Ninguém escreve. Quando tem que escrever, é tudo recortado pela internet pra fazer um trabalho. [...]*

A4: *a gente não tá acostumado a, a estudar e aplicar alguma coisa assim, gente tá acostumado a ler e estudar a teoria.*

A3: *só vai escrever na hora da prova.*

A2: *Eu tive dificuldade porque eu me vejo mais como aluna do que como professora, essa é a verdade, eu tô mais preparada pra responder aquilo que eu leio, do que usar o que eu leio pra criar, eu acho que é isso. [...]*

A2: [...] *a gente tá mais preparado pra ser aluno, pra responder aquilo, pra testar o nosso conhecimento, pra saber o que vai cair na prova, pra fazer um trabalho, um seminário mais elaborado, mas a gente não tá preparado pra criar, pra usar o que a gente conhece, o que a gente lê, pra ensinar outra pessoa. Porque mais difícil do que a gente aprender é a gente ensinar outra pessoa, porque a gente tem que ter domínio, eu creio que foi isso.*

PESQUISADORA: O que você acha A1?

A1: *Eu sempre fui condicionado a seguir um modelo, sempre que eu fiz prova eu respondia aquelas definições, o que é isso, o que é aquilo, então pra mim elaborar algo novo, eu já não sou muito criativo eu senti dificuldade nisso, eu não tinha um modelo pra seguir.*

PESQUISADORA: E na licenciatura vocês têm modelos?

A3: *Não, modelo não tem não*

A1: *Mas, por exemplo, pra apresentar um seminário eu vou lá e pesquiso como preparar, como apresentar...*

PESQUISADORA: O que você acha A3?

A3: *Eu acho que mesmo fazendo o curso, que nem eu falei já, acho que não é o suficiente. [...], eu sei que tem muito chão pela frente ainda, tem que continuar trabalhando aí pra desenvolver isso daí, [...], eu nunca fiz isso é a primeira vez que eu tô fazendo uma atividade assim mesmo no PIBID eu não tive essas experiências [...]*

Como podemos notar pelo teor das respostas dos licenciandos, estes estavam muito acostumados a reproduzir, seja na prova, quer em um seminário, etc. Desse ponto, verificamos a grande dificuldade sentida por eles ao realizarem essa atividade especificamente, propor um plano de aula com abordagem investigativa com base em roteiro tradicional. Nesse caso, eles ainda teriam que pensar em questões, formular um problema, pesquisar um texto para a contextualização do tema, ou seja, produzir algo novo. A nosso ver, é bastante compreensível eles sentirem tais dificuldades no respectivo processo, por ser algo bem complexo, pois até mesmo professores apresentam dificuldades para fazê-lo. O fato é específico dos cursos de licenciatura por não fornecerem subsídios suficientes na formação de professores, com autonomia na elaboração de atividades com cunho investigativo.

Podemos atribuir também as dificuldades dos licenciandos, possivelmente a pouca vivência no curso de Licenciatura em Química. Nesse contexto, concordamos com Borges (2002) ao defender que tais abordagens deveriam ser adotadas na formação inicial. Tendo em vista que, “os licenciandos precisam exercitar o planejamento, a preparação e a execução de atividades mais abertas, se desejamos que eles venham adotá-las no futuro” (p. 307).

Complementando essa linha de pensamento, buscamos apoio em Souza, et al., (2013) e Silva, et al., (2010), ao argumentarem não ser tarefa fácil transformar experimentos nos moldes tradicionais com intenção comprobatória, em experimentos com caráter investigativo, o qual promove competências mais complexas. Porém, se considerarmos os ganhos que os licenciando poderão ter no futuro, valerá muito a pena o esforço.

O diálogo continuou com a questão da pouca adesão da abordagem em questão por parte dos professores, tanto de EM como do ES.

PESQUISADORA: E porque vocês acham que os professores não trabalham dessa maneira com vocês?

A3: *Comodidade talvez, por ser mais fácil chegar ali e aplicar uma prova objetiva, mais objetiva possível...*

PESQUISADORA: É. Por que se falar que não dá trabalho... dá né? Vocês viram...

A3: *Então é muito mais fácil você chegar e dar uma aula tradicional, expositiva, tacar tudo no quadro ali e dar adeus aos alunos.*

A5: *É que nem eu falei, deixar de ser o centro e deixar o aluno ser o centro, né.*

PESQUISADORA: O que você acha A4? Por que os professores não trabalham o ensino por investigação?

A4: *Pela dificuldade que é pra preparar.*

A3: *[...], é o que eu falei difícil é... Mas se o professor quiser ele faz.*

A5: *[...], fazendo várias atividades a gente consegue ir fazendo cada vez melhor e com uma atividade você consegue trabalhar com mil e uma coisas né, tipo com uma só você já consegue ir abrindo caminho pra várias outras.*

A6: *Mas o difícil não é você achar um experimento, muitas vezes, é que nem, é transformar ele, é fazer as análises de dados, você criar exercícios,*

A1: *[...], é por comodidade e o pessoal tende só a pegar o livrinho e seguir os conteúdos ali, não extrapolar muito.*

Pelos comentários dos licenciandos, podemos notar que tiveram muitas dificuldades na elaboração do material a ser desenvolvido com os alunos. Como afirmaram em seus depoimentos, eles não tinham um modelo e possuíam o hábito de procurar materiais prontos na internet. Para eles, o mais complicado foi à ausência do modelo a ser seguido. Porém, o licenciando A5 demonstrou ter a consciência de que era necessário iniciar o trabalho com o EI, como possibilidades de melhorar a prática em sala de aula.

O diálogo continuou e os licenciandos argumentaram que um fator limitante sobre o EI era a questão do tempo para se trabalhar com esta abordagem em sala de aula. Os licenciandos consideraram ser preciso ter muitas aulas disponíveis para o desenvolvimento daquela abordagem de ensino.

PESQUISADORA: Então, vocês acham que a única dificuldade para implementar o ensino por investigação em sala de aula é em relação ao tempo?

A1: *Ah você também precisa buscar coisas do cotidiano dos alunos, você precisa...*

A4: *Conhecê-los.*

A3: *É, se a gente conhecesse...*

A1: *Quanto mais contato, mais fácil fica. Um pouquinho mais de intimidade com eles, saber o déficit real que eles têm, o que realmente seria interessante trabalhar...*

A4: *nas escolas públicas, tipo assim, se você for um PSS [...], você tem muito pouco tempo pra trabalhar tudo com eles...*

As observações deles são relevantes, pois também julgaram importante conhecer o público alvo (alunos), para pensar em questões ou situações propícias que os mobilizassem a manifestar suas ideias a respeito do tema a ser desenvolvido. O professor tinha a função de ser o mediador do conhecimento, “seja para formular questões que conduzam a discussão aos pontos considerados importantes, ou ainda, para encaminhar a discussão para aspectos do cotidiano dos alunos” (NASCIMENTO, 2013b, p. 53). Segundo a referida autora, o professor fala *com* estudantes e não *aos* estudantes. Dessa forma, o conhecimento torna-se algo a ser construído pelos estudantes.

PESQUISADORA: O que você acha A4, em relação a implementação? [...] me fale das possibilidades de dar aula dessa maneira...

A4: *Eu acho que assim, dá pra trabalhar isso na escola mas as vezes eu fico pensando... oh oh..a disciplina de química tem muito conteúdo, talvez não daria ...*

A3: *O tempo.*

A4: *Tempo... mas isso aí, que dá dá, dá trabalho e tudo mas é possível aplicar isso na escola, acho que não todas as aulas, mas alguns conteúdos sim.*

A2: *Eu acho que seria possível aplicar também, tipo, deve dá muito transtorno no começo porque, [...] toda mudança gera transtorno então eu acho que seria possível, teria muita dificuldade. [...] no ensino por investigação você tem que pensar e se os alunos não tão acostumado a fazer isso vai sair essa resposta mesmo.*

A4: *Pois é, mas poderia depois só trabalhar os erros.*

PESQUISADORA: Mas vocês acham que é possível trabalhar dessa maneira no ensino médio?

A4: *É.*

A2: *Lógico*

A3: *Não o tempo todo, assim eu falo, todas as aulas assim não.*

A6: *Eu acho que dá pra trabalhar todas as aulas, não necessariamente vai tipo, começar e acabar numa aula, [...]*

A4: *Igual a aula da professora Minerva, a gente fez uma atividade, aí até aplicar, começar a aplicar assim ainda vai... um bom tempo.*

Apesar de demonstrarem ser possível adotar o EI em sala de aula, ainda acreditavam em vencer os conteúdos da química (licenciando A4) ou que trabalhar sempre assim gera transtornos (licenciando A2).

Os comentários de A3 e A4 sobre a impossibilidade de desenvolver todo e qualquer conteúdo, de forma investigativa veio ao encontro do que diz um dos pressupostos do documento NRC (2002), citado por Munford e Lima (2007). Ou seja, pensar que seria possível desenvolver qualquer conteúdo por meio de uma abordagem investigativa, é uma visão equivocada.

Como os comentários foram muito divergentes, questionamos os licenciandos sobre a possibilidade de adotar o EI como prática exclusiva em sala de aula.

A3: *Só assim eu acho que fica um pouco pesado, porque, eu acho que depende muito do colégio, da política do colégio, por exemplo, colégio particular [...] É conteúdo pra vestibular, não quer... não tá ligando ali se o aluno vai ser um bom cidadão ou não, claro é a minha visão, mas a preocupação do colégio ali é o quê? [...]. Agora num colégio público, aí o professor, eu acho que tem um pouco mais de liberdade pra trabalhar com essas atividades, [...]*

A6: *Ah eu acho que é possível trabalhar sim, é que eu acho que não necessariamente toda aula precisa ter um experimento, ter uma coisa, mas eu acho que você pode ir levando o aluno a sempre investigar, se questionar, sobre as coisas assim, eu acho... deve ser difícil, trabalhoso, mas eu acho que é possível.*

A3: *[...], se você trabalhar com atividades assim, acho que você cria um alicerce melhor ali pro aluno, é, pra futuramente ele encarar, digamos assim conteúdos mais difíceis [...].*

A finalização da reunião com os licenciandos foi direcionada a questionamentos acerca de suas ideias sobre o papel do experimento para o EQ, bem como sobre a utilização dos roteiros de atividades experimentais.

PESQUISADORA: O que mudou sobre suas ideias em relação ao papel do experimento no ensino?

A1: *[...] o experimento faz parte, é uma coisa que faz parte do processo de aprendizagem, e não necessariamente, como a A6 já falou, precisa ter experimento toda hora né, ah... o experimento em si, é só o experimento, mas a atividade que você realiza com o experimento com um fim é diferente, [...]*

PESQUISADORA: Como?

A1: A gente usava o experimento pra comprovar teoria, coletar dados, e agora a prioridade foi o ensino, construir uma teoria em cima daquilo, a partir do experimento.

PESQUISADORA: E aí A6?

A6: É que a gente realmente usava, pensava assim: o roteiro como tipo, é um roteiro vai ser seguido e só isso vai comprovar aquilo, qualquer erro, eu errei e não me questionava nada com relação a isso, agora, depois disso assim, numa atividade mais investigativa por mais que tenha um roteiro pra ser seguido, desde que ele seja trabalhado assim de uma outra forma dá pra fazer o aluno se questionar a gente criar hipóteses assim por mais, ai deu errado, porque que deu errado? E tudo mais. É eu acho que mudou um pouco isso, que antes a gente criticava o roteiro porque aí tem que abolir o roteiro como uma forma, uma aula boa, não pode ter roteiro então mas ... que dá pra ser trabalhado numa boa forma mesmo tendo roteiro ali.

A2: Talvez o roteiro, a ideia de roteiro que eu tinha era que talvez não era bem trabalhado o roteiro, tipo não era explorado como a professora disse, que a gente tem que tentar explorar ao máximo, talvez não era explorado muito da gente, daí o que fica é só que a gente tinha que seguir aquilo redondinho, só que não necessariamente tá sendo seguido redondinho né. [...], talvez lá no fundinho tem um motivo por tá sendo tradicional até hoje, mas o que tem que mudar talvez é a forma de explorar.[...] tinha muito disso quando eu estudava, daí no começo eu pensava, poxa eu podia ter tido tanta aula legal e não tive, a culpa é do professor, talvez não era tanto do professor mas ele poderia ter..., acho que eu tive poucas aulas com experimento mas, eu acho que, daí no começo todo mundo criticou o roteiro tradicional e só precisa talvez explorar mais ele, acho que seria isso.

Os comentários tecidos pelas licenciandas A2 e A6, a respeito do uso que se faz do roteiro são plausíveis, pois o roteiro em si, não traz prejuízos para a aprendizagem do aluno, mas sim a forma como o experimento é conduzido pelo professor. Se o aluno for orientado a simplesmente seguir o roteiro, sua aprendizagem será prejudicada, pelo fato de não desenvolver o raciocínio. Caso o professor conduza o experimento que está no roteiro, explorando-o com contextualizações e problematização, o resultado em termos de aprendizagens será muito mais significativo (ROSITO, 2000; CACHAPUZ, 2005). E seguiu o debate:

PESQUISADORA: A3, qual é sua ideia sobre o experimento?

A3: *Eu vou falar o que o A1 já falou também os experimentos a gente tem, na maioria das vezes só pra comprovar teoria mesmo é só isso mesmo, é só ó que legal! Você viu, no livro tava escrito que ia acontecer isso aqui ó, e aconteceu né? [...] Com a atividade investigativa não, ela já tem um caráter totalmente diferente né, é eu acho que assim, é um olhar pedagógico diferente, você se preocupa com o aluno, [...] um roteiro totalmente diferente uma atividade totalmente diferente, então de um experimento você pode fazer várias atividades. Eu agora, depois do curso, eu entendi que você pode tipo assim, extrair várias coisas dele não é só comprovar teoria, você pode, só o lance da contextualização mesmo, fazer com que o aluno saia da sala de aula entendendo ali... que o aluno tenha capturado alguma coisa ali que ele pode usar no dia a dia dele por exemplo. [...] hoje eu olho o experimento de uma maneira totalmente diferente, hoje eu sei que eu posso chegar na sala de aula não vou fazer um experimento só pra fazer um show da Química, eu posso fazer o aluno refletir muita coisa ali.*

A5: *[...], eu depois do curso, eu realmente aprendi a como poder abordar, como pode fazer assim que o aluno procure saber [...], como abordar como falar assim como, nossa, toda experiência assim foi grandiosa assim que eu consegui aprender e saber dar assim, futuramente vai ser muito rico assim pra mim, realmente eu...*

PESQUISADORA: E A4? Sua visão sobre o experimento, o roteiro...

A4: *[...], o problema não tá no roteiro, não tá no experimento, mas como você trata a atividade eu não vou fazer o experimento pelo experimento só pra comprovar a teoria ali, é como você vai aplicar isso no seu dia a dia,*

Notamos que os licenciandos tiveram grandes dificuldades na elaboração de uma proposta investigativa, principalmente, em formular um bom problema, ponto chave para desencadear uma abordagem investigativa. Conforme argumenta Azevedo (2004), uma questão bem elaborada aguça a curiosidade dos estudantes, instigando-os a pensar e propor soluções para respondê-la. Quanto às dificuldades dos licenciandos, entendemos que estas foram perfeitamente cabíveis, pois o fato desses mesmos licenciandos serem iniciantes no curso de Química, isso os limitava um pouco em termos de conhecimentos químicos. Entendemos que para pensarmos um bom problema a ser respondido no contexto de uma SEI, precisamos ter bom domínio do tema que queremos desenvolver.

Apresentamos na próxima seção, nossas considerações sobre o estudo desenvolvido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As recomendações reportadas nas propostas atuais de ensino apontam para a necessidade de professores desenvolverem metodologias que possibilitem a construção de conhecimentos pelos alunos. Nesse contexto, destacamos que o EI pode cumprir o papel, à medida que envolve os sujeitos em um processo investigativo, fornecendo oportunidades de buscar explicações para uma situação problema, discutir, pesquisar e criticar. E, assim possibilitar aos alunos a construção de seu próprio saber.

Compreendemos a importância de se discutir o EI na formação inicial de professores, oferecemos por meio de um curso de extensão de 40 horas/aula, a oportunidade de licenciandos em química, conhecerem e refletirem sobre o EI e a experimentação investigativa. A partir dessa proposta, buscamos em nossa pesquisa, avaliar a contribuição do referido curso para proporcionar a reflexão dos licenciandos participantes acerca do EI como abordagem de ensino.

Valendo-nos da colaboração de um grupo de seis acadêmicos de um curso de química-licenciatura, procuramos responder à questão: Um curso de extensão baseado no EI pode propiciar a reflexão de licenciandos em química acerca da sua futura prática docente? Para responder a referida questão, os licenciandos foram envolvidos em várias atividades, como: visitas a laboratórios de pesquisa da universidade, produção de relatos, respostas a questionários, leitura e discussão de textos, comparação de roteiros experimentais tradicionais e de caráter investigativos, bem como, a elaboração de um texto escrito relatando os significados produzidos acerca do EI. Além as atividades destacadas, os licenciandos propuseram uma SEI, que foi desenvolvida com estudantes do EM. Com base nas atividades descritas, constituímos nossos dados de análise. Estes nos permitiram avaliar em que medida o curso promovido pode contribuir para a reflexão dos licenciandos sobre o EI e a sua vinculação à formação docente.

A partir da análise dos relatos dos licenciandos sobre as visitas aos laboratórios de pós-graduação, identificamos suas representações sobre as características daquele tipo de laboratório: *segurança, organização e limpeza, estrutura física, relação interpessoal, temas pesquisados e dificuldades para desenvolver a pesquisa.*

Salientamos que essas representações foram se modificando durante o curso. Os licenciandos perceberam que as condições de segurança, enfatizadas por eles no início do curso, são comuns e importantes, tanto no laboratório de graduação, quanto no de pós-

graduação. Compreenderam ainda que a estrutura física é muito semelhante nos dois laboratórios, podendo ser mais sofisticada no caso do laboratório de pesquisa, porém o trabalho desenvolvido nos respectivos espaços é diferente.

As respostas obtidas do questionário aplicado, objetivando averiguar os conhecimentos dos licenciandos acerca de aspectos importantes relacionados à experimentação para o EQ, fundamentaram a identificação de visões empírico-indutivistas em quatro dos licenciandos, retratadas nas categorias: *experimento com função de comprovar ou demonstrar a teoria, visão utilitarista da ciência e que o experimento deve iniciar pela observação*. Tais visões puderam ser repensadas em diferentes momentos do curso. Destacamos os momentos mais significativos: ao elaborarem questões para entrevistar os pesquisadores dos laboratórios; durante as leituras dialogadas dos textos sobre experimentação investigativa; quando tiveram que pensar em características investigativas para experimentos com base em roteiros tradicionais. Além disso, o processo de elaboração da SEI a ser desenvolvido com alunos do EM, possibilitou reflexões no sentido de rever as representações iniciais acerca da experimentação.

Todos os licenciandos afirmaram que tiveram dificuldades em uma ou mais etapas do processo de elaboração de atividades investigativas. Isso pode ser verificado no material elaborado (SEIs), tanto em suas apresentações, quanto nos seus depoimentos proferidos.

Acerca das dificuldades advindas da proposição de atividades experimentais investigativas, a maioria relatou que entendeu teoricamente as características necessárias para uma abordagem ser investigativa, mas afirmaram que a dificuldade está em pensar, ou seja, colocar as ideias no plano de aula.

Para quatro dos colaboradores da pesquisa, teria sido mais fácil pensar as atividades se eles mesmos tivessem escolhido os temas que desenvolveriam. Dois, dentre eles, afirmaram que teria sido mais difícil se a proposição dos temas tivesse sido feita por eles. Porém, todos os licenciandos admitiram sentir dificuldades na elaboração de uma proposta investigativa, principalmente, em formular um bom problema. Entendemos que as dificuldades apresentadas por eles são perfeitamente aceitáveis, pois os mesmos licenciandos eram iniciantes no curso de química e com conhecimentos químicos um pouco limitados. A formulação de um bom problema, a ser respondido no contexto de uma SEI, requer bom domínio do conhecimento científico a ser desenvolvido.

Do conteúdo dos textos produzidos pelos licenciandos, enquanto atividade final do curso, emergiram as categorias: *elementos que caracterizam o EI, entendimento do vem a ser EI, dificuldades para elaboração de atividades investigativas e contribuições do curso*.

Os estudantes foram unânimes em suas afirmações no que diz respeito à contribuição do curso para a sua formação. Destacaram principalmente a contribuição do mesmo na mudança de concepções relacionadas às atividades experimentais. Amparado pela abordagem investigativa, o experimento deve ser explorado com a mediação do professor, de modo a favorecer a construção do conhecimento pelo aluno.

Vale evidenciar que os licenciandos apreciaram desenvolver suas propostas investigativas com os estudantes, pois destacaram o interesse que as atividades despertaram nos alunos.

Os resultados obtidos por meio do presente estudo atestam que o objetivo proposto inicialmente foi alcançado, mesmo parcialmente. Podemos afirmar que o curso foi um espaço importante para promover a reflexão dos licenciandos sobre o EI, a experimentação investigativa e a efetividade dessas abordagens no EQ.

Atualmente, os cursos de licenciatura das áreas de ciências naturais desenvolvem a experimentação investigativa, de forma pontual nas disciplinas de Instrumentação de Ensino ou nos Estágios Supervisionados. Os resultados encontrados em nosso estudo indicaram a pertinência de se desenvolver o presente tema, ao longo do processo formativo, porém dada a sua importância para a formação do professor, seria interessante que a inserção de vivências com o tema ocorresse logo no início dos cursos de licenciatura.

Revisitando o parecer CNE/CP 28/2001, que trata da duração e carga horária dos cursos de licenciatura da educação básica, constatamos que este propõe a inserção da prática como componente curricular (PCC), com atividades formativas que proporcionam experiências docentes.

Refletindo sobre essas questões, propomos que os cursos de Licenciatura repensem seus currículos no sentido de buscar mais espaços para discutir a experimentação investigativa de maneira mais acentuada. Para que as discussões não fiquem somente no núcleo das disciplinas pedagógicas, seria apropriado que os debates se dessem como PCC atingindo de forma transversal as disciplinas de conhecimento específico, ou ainda com a criação de uma disciplina específica para desenvolver a experimentação investigativa nos conteúdos de química, abarcando diversos professores do curso.

Esperamos que os resultados encontrados nessa pesquisa possam trazer contribuições para a reflexão de professores formadores atuantes nos cursos de licenciatura das áreas de ciências naturais.

REFERÊNCIAS

- ABIB, M. L. V. S. **Física, no ensino fundamental?** In: PAVÃO, A. C.; FREITAS, D. (Org.). *Quanta Ciência há no Ensino de Ciências*. São Carlos: EdufSCar, 2011.
- ALVES-MAZZOTTI, A. J; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- ANDRADE, G. T. B. **Percursos históricos de ensinar Ciências através de atividades investigativas**. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 13, n. 1, p. 121-138, jan-abr, 2011.
- AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula**. In: Carvalho, A. M. P. (Org.). *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Thomson, 2013. p. 19-33.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Ed. Contraponto, 1996.
- BAUER, M. W; GASKELL, G. **Pesquisa Qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. Trad: Pedrinho A. Guareschi. 4. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005.
- BEHRENS, M. A. **O paradigma emergente e a prática pedagógica**. 6. ed. Petrópolis: RJ: Vozes, 2013.
- BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>>. Acesso em 01 de mai. 2018.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- CACHAPUZ, A. (Org.), et al. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.
- CAMILLO, J; MATTOS, C. R. A experimentação no ensino de ciências: reflexões a partir da Teoria da Atividade. In: MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O; (Org.) et al. **Ensino de ciências: múltiplas perspectivas, diferentes olhares**. Curitiba. Editora CRV, 2014. p. 123-154.
- CAPECCHI, M. C. V. M. Problematização no ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 21-39.
- CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências e a proposição de sequências investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013a.
- _____. **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2013b.

_____. **Os estágios nos cursos de licenciatura**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

CARVALHO, A. M. P; GIL-PÉREZ, D. **A formação de professores de ciências tendências e inovações**. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CHAER, G; et al. A técnica do questionário na pesquisa educacional. **Revista Evidência**, v. 7, n. 7, p. 251-266, 2011.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Unijuí, 2003.

COSTA, R. C. Construção do conhecimento científico segundo algumas contribuições da epistemologia de Bachelard. In: MORAES, Roque (Org). **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000.

COELHO, C. J.; MARQUES, C. A. Contribuições freireanas para a contextualização no ensino de Química. **Ensaio: pesquisa em educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, p. 1-17, 2007.

ECHEVERRÍA, A. R; ZANON, L. B. (Org). **Formação superior em Química no Brasil: práticas e fundamentos curriculares**. Ijuí: Unijuí, 2010.

ECHEVERRÍA, M. P. P; POZO, J. I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J. I. (Org). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: ArtMed. 1998. p. 13- 42

FRANCISCO JÚNIOR, W. E. **Analogias e situações problematizadoras em aulas de ciências**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2010.

FERNANDES, C. S; et al. Contextualização na formação inicial de professores de ciências e a perspectiva educacional de Paulo freire. **Ensaio pesquisa em educação em Ciências**. Belo Horizonte [online]. v. 18, n. 2, p. 9-28, 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172016000200009&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em 6 dez. 2018.

FERREIRA, L. H. et al. Ensino experimental de Química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

_____; KASSEBOEHMER, A. C. **Formação inicial de professores de Química: a instituição formadora (re)pensando sua função social**. São Carlos: Pedro & João, 2012.

FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?** 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

_____; FAUNDEZ, A. **Por uma pedagogia da pergunta**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

FLICK, U. **Introdução à Pesquisa Qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GALIAZZI, M. C; GONÇALVES, F. P. **A natureza pedagógica da experimentação**: uma pesquisa na Licenciatura em Química. *Química Nova*, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.

GONDIM, M. S. C; MÓL, G. S. Experimentos investigativos em laboratório de Química fundamental. In: encontro nacional de pesquisa em educação em ciências, 6, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAPEC, 2007, Resumo 38.

GONÇALVES, F. P; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 219-238, 2006.

HODSON, D. Experimentos em ciências e no ensino de ciências. **Educational Philosophy and Theory**, Auckland. v. 20, p.53-66, 1988.

_____. Hacia um enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciências**, Barcelona. v. 12, n. 3., p. 299-313, 1994.

HARRES, J. B. S. Natureza da ciência e implicações para a educação científica. In: MORAES, Roque (Org.). **Construtivismo e ensino de ciências**: reflexões epistemológicas e metodológicas. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000.

JODELET, D. Representações sociais: um domínio em expansão. In: JODELET, D. (Org.) **As representações sociais**. Rio de Janeiro: Eduerj, p. 17-44, 2001.

KASSEBOEHMER, A. C; FERREIRA, L. H. O Espaço da Prática de Ensino e do Estágio Curricular nos Cursos de Formação de Professores de Química das IES Públicas Paulistas. **Química Nova**, São Paulo: v. 31, n. 3, p. 694-699, 2008.

_____. et al. **Contém química 2**: pensar, fazer e aprender pelo método investigativo. São Carlos: Pedro & João Editores, 2015.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia**. 4. ed. rev. ampl. São Paulo: EDUSP, 2004.

_____. Reformas e realidade: o caso do ensino de ciências. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, p. 85-93, 2000.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 8. ed. São Paulo: Perspectiva, 1972.

LATOURET, B. **A vida de laboratório**: a produção de fatos científicos. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

LEITE, R. F. **Dimensões da alfabetização científica na formação inicial de professores de química**. 2015. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas, Maringá, 2015.

LÔBO, S. F. O trabalho experimental no ensino de Química. **Química Nova**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 430-434, 2012.

LUTFI, M. **Ferrados e cromados:** produção social e apropriação privada do conhecimento químico. Ijuí: Unijuí, 1992.

MAIA, N, F. **A Ciência por dentro.** 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1992.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química:** Professores Pesquisadores. Ijuí: Ed. Unijuí, 2000.

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

MESQUITA, N. A. S; SOARES, M. H. F. B. Aspectos históricos dos cursos de licenciatura em química no Brasil nas décadas de 1930 a 1980. **Química Nova**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 165-174, 2011.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa Social:** teoria, método e criatividade. Petrópolis: RJ: Vozes, 1994.

MORAES, R; GALIAZZI, M. C. Análise Textual Discursiva: Processo Reconstutivo de Múltiplas Faces. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

_____. **Análise textual discursiva.** Ijuí: Ed. Unijuí, 2007.

_____; RAMOS, M. G. **Construindo o conhecimento:** uma abordagem para o ensino de ciências. Porto Alegre: Sagra, 1988.

_____. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, Bauru: v. 9, n. 2, p.191-211, 2003.

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

NASCIMENTO, V. B. A natureza do conhecimento científico e o ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências:** unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 35-57.

OLEQUES, L. C; et al. Reflexões acerca das diferentes visões sobre a natureza da ciência e crenças de alunos de um curso de Ciências Biológicas. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, v.12, n. 1, p. 110-125, 2013.

PARENTE, A. G. L. **Práticas de investigação no ensino de ciências:** percursos de formação de professores. 2012. 203f. Tese (Doutorado em Educação para as Ciências)-Universidade Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Bauru, 2012.

PAVÃO, A. C; FREITAS, D (Org.). **Quanta ciência há no ensino de ciências.** São Carlos: EdufSCAR, 2011.

PEREIRA, B. B. **Experimentação no ensino de ciências e o papel do professor na construção do conhecimento.** In: Cadernos da FUCAMP, Brasil, v. 9, n. 11, 2010.

Disponível em
<http://www.fucamp.edu.br/editora/index.php/cadernos/search/authors/view?firstName=Boscoli&middleName=Barbosa&lastName=Pereira&affiliation=FUCAMP&country=BR>. Acesso em: 20 fev 2017.

PEREIRA, J. E. D. As licenciaturas e as novas políticas educacionais para a formação docente. **Educação e Sociedade**, Campinas, SP, v. 20, n. 68, p. 109- 125, 1999.

_____. Da racionalidade técnica à racionalidade crítica: formação docente e transformação social. **Perspectivas em Diálogos: Revista de Educação e Sociedade**, Naviraí, v. 1, n. 1, p. 34-42, jan-jun. 2014.

PICONEZ, S. C. B. (Coord.). **A prática de ensino e o estágio supervisionado**. 24. ed. Campinas, SP: Papyrus, 2012.

PIMENTA, S. G; GHEDIN, E. (Org.). **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

POZO, J. I; CRESPO, M. A. G. A solução de problemas nas Ciências da Natureza. In: POZO, J. I.(Org). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: ArtMed, 1998. p. 67-102.

QUADROS, A. L; MORTIMER, E. F. **Aulas no ensino superior: estratégias que envolvem os estudantes**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2018.

RODRIGUES, B. A; BORGES, A. T. O ensino de Ciências por investigação: reconstrução histórica. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 11, 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UTFPR/UFPR, 2008. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/xi/atas/resumos/T0141-1.pdf>. Acesso em 25 de mar. 2018.

RODRIGUEZ, J. J. G; LEÓN, P. C. ¿Cómo enseñar? Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación. **Investigación em la escuela**, Sevilha, n. 25, p. 5-16, 1995.

ROSITO, B. A. O ensino de Ciências e a experimentação. In: MORAES, R. (Org.). **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000.

SÁ, E. F. **Discursos de professores sobre o ensino de Ciências por investigação**. 2009. 203f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação da UFMG, Belo Horizonte, 2009.

SAGAN, C. **O mundo assombrado pelos demônios: a ciência vista como uma vela no escuro**. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.

SANTIN FILHO, O; et al. O indutivismo ingênuo nas atividades experimentais iniciais de curso de graduação em Química: o experimento da vela. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**. São Paulo, v. 2, p. 48-75, 2010.

SANTOS, V. S. Acidente em Mariana (MG) e seus impactos ambientais. **Mundo Educação**. [2016?]. Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/acidente-mariana-mg-seus-impactos-ambientais.htm>. Acesso em: 10 fev. 2018.

SANTOS, W. L. P dos; MALDANER, O. (Org.). A. **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Ed. da UNIJUI, 2010.

_____; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Ed. da UNIJUI, 2010.

_____; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru: v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SASSERON, L. H. A alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. esp, p. 49-67, 2015.

_____. Interações discursivas em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning: p. 41- 61. 2013.

_____; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SCARPA, D. L; SILVA, M. B. A Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades. In: CARVALHO, A. M. P (Org.) **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013a. p. 129-152.

SILVA, E. L. D.; MARCONDES, M. E. R. Visões de contextualização de professores de Química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. **Revista Ensaio**, v. 12, n. 1, p. 101-118, 2010.

SILVA, L. H. A; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. In: **Ensino de ciências: fundamentos e abordagens**. Campinas, SP: R. Vieira Gráfica e Editora, 2000. p. 120-153.

SILVA, R. M. G; SCHNETZLER, R. P. Concepções e Ações de Formadores de Professores de Química sobre o Estágio Supervisionado: Propostas Brasileiras e Portuguesas. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 8, p. 2174-2183, 2008.

SILVA, R. R; et al. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí, 2010. p. 231- 261.

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

SUART, R. C; MARCONDES, M. E. R. O processo de reflexão orientada na formação inicial de um licenciando de Química visando o ensino por investigação e a promoção da alfabetização científica. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 20, n. e9666, p. 01-27, 2018.

_____. A experimentação no ensino de Química: conhecimentos e caminhos. In: SANTANA, E; SILVA, E (Org.). **Tópicos em Ensino de Química**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2014. p. 63-88.

VEIGA, A. P. I; VIANA, Q. Q. M. C (Org.). **Docentes para a Educação Superior: processos formativos**. Campinas, SP: Papirus, 2010.

VIEIRA, F. A. C. **Ensino por investigação e aprendizagem significativa crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino**. 2012. 149f. Tese (Doutorado em Educação para as Ciências) - Universidade Estadual Paulista - UNESP, Bauru, 2012.

WHARTA, E. J; et al. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

_____; et al. GRAMACHO, R, S. Abordagem problematizadora na formação inicial de professores de Química no sul da Bahia. In: ECHEVERRÍA, A. R; ZANON, L. B.(Org.). **Formação superior em Química no Brasil**. Unijuí: Ijuí, p. 119-144, 2010.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZÔMPERO, A. F; LABURU, C. E. Atividades investigativas no ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, n. 03, p. 67-80, set./dez. 2011.

_____; et al. A atividade de investigação na disciplina de Ciências e desenvolvimento de habilidades cognitivas relacionadas a funções executivas. **Ciência & Educação**, Bauru: v. 23, n. 2, p. 419-436, 2017.

ZULIANI, S. R. Q. A. **Prática de ensino em química e metodologia investigativa: uma leitura fenomenológica a partir da semiótica social**. 2006. 288f. Tese(Doutorado em Educação) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

_____; ÂNGELO, A. C. D. A utilização de metodologias alternativas e o método investigativo e a aprendizagem de Química. In: NARDI, R. (Org.). **Educação em Ciências: da pesquisa à prática docente**, 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2003. p. 69- 79.