

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP  
FACULDADE DE CIÊNCIAS  
CAMPUS BAURU  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A  
CIÊNCIA**

**Leticia do Prado**

**CONTRIBUIÇÕES DA FILOSOFIA DA QUÍMICA PARA A FORMAÇÃO  
INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA: REFLEXÕES SOBRE A  
EXPERIMENTAÇÃO**

**Bauru - SP  
2020**

**Leticia do Prado**

**CONTRIBUIÇÕES DA FILOSOFIA DA QUÍMICA PARA A FORMAÇÃO  
INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA: REFLEXÕES SOBRE A  
EXPERIMENTAÇÃO**

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, da área de concentração em Ensino de Ciências, da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista *campus* Bauru, como requisito para a obtenção do título de Doutora em Educação para Ciência.

Bauru, 06 de março de 2020.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Carbone Carneiro (UNESP/ Bauru – SP)

Coorientador: Prof. Dr. John Michael Ramsey (University of Houston/ Texas – EUA)

**Banca Examinadora**

Titular 1: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Glaucia Maria da Silva Degrève (USP/ Ribeirão Preto – SP)

Titular 2: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Anielli Fabiula Gavioli Lemes (UFVJM/ Diamantina – MG)

Titular 3: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Silvia Regina Q. Aro Zuliani (UNESP/ Bauru – SP)

Titular 4: Prof. Dr. Aguinaldo Robinson de Souza (UNESP/ Bauru – SP)

Suplente 1: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Simone Alves de Assis Martorano (UNIFESP/ Diadema – SP)

Suplente 2: Prof. Dr. Ourides Santin Filho (UEM/ Maringá – PR)

Suplente 3: Prof. Dr. João José Caluzi (UNESP/ Bauru – SP)

Bauru – SP

2020

P896c

Prado, Leticia do

Contribuições da Filosofia da Química para a Formação Inicial de Professores de Química: reflexões sobre a experimentação / Leticia do Prado. -- Bauru, 2020  
186 p.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências, Bauru

Orientador: Marcelo Carbone Carneiro

Coorientador: John Michael Ramsey

1. Filosofia da química. 2. Formação inicial de professores de química. 3. Experimentação. 4. Ensino de química. 5. História e filosofia da ciência. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências, Bauru. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

**ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE LETÍCIA DO PRADO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.**

Aos 06 dias do mês de março do ano de 2020, às 09:00 horas, no(a) Anfiteatro da Seção Técnica de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências - Unesp/Bauru-SP, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. MARCELO CARBONE CARNEIRO - Orientador(a) do(a) Departamento de Ciências Humanas / Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação - FAAC - UNESP - Bauru/SP, Profa. Dra. GLÁUCIA MARIA DA SILVA DEGRÊVE do(a) Departamento de Química / Universidade de São Paulo - USP, Professora Doutora ANIELLI FABIULA GAVIOLI LEMES do(a) Faculdade Interdisciplinar de Humanidades - FIH / Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Profª. Drª. SILVIA REGINA QUIJADAS ARO ZULIANI do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências - UNESP - Bauru, Prof. Dr. AGUINALDO ROBINSON DE SOUZA do(a) Departamento de Química, Faculdade de Ciências / UNESP - Câmpus de Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da TESE DE DOUTORADO de LETÍCIA DO PRADO, intitulada **Contribuições da Filosofia da Química para a Formação Inicial de Professores de Química: reflexões sobre a experimentação**. Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: Aprovado. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Prof. Dr. MARCELO CARBONE CARNEIRO

Profa. Dra. GLÁUCIA MARIA DA SILVA DEGREVE

Professora Doutora ANIELLI FABIULA GAVIOLI LEMES

Profª. Drª. SILVIA REGINA QUIJADAS ARO ZULIANI

Prof. Dr. AGUINALDO ROBINSON DE SOUZA

## **Agradecimentos**

Aos meus pais Lucy e Wilson por todo amor e incentivo. Sem o apoio de vocês eu jamais teria condições de chegar até aqui.

Ao meu marido Eliézer, por todo amor e companheirismo.

À minha querida amiga Fernanda, minha companheira desde o início da pós-graduação.

À todos os professores que tive ao longo da vida e aos participantes desta pesquisa, com vocês aprendi a refletir sobre a minha profissão.

Ao meu orientador Prof. Marcelo Carbone e em especial para o Prof. John Ramsey meu coorientador.

Aos membros da banca examinadora de qualificação e defesa, pelas valiosas contribuições dadas a este trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que financiou 36 meses de bolsa para esta pesquisa.

PRADO L. **Contribuições da Filosofia da Química para a Formação Inicial de Professores de Química: reflexões sobre a experimentação.** 2020. 186p. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2020.

## **RESUMO**

Este trabalho buscou compreender, por meio da filosofia da química, o papel da experimentação e as discussões pertinentes sobre o assunto na formação inicial de professores de química. A pesquisa foi desenvolvida em quatro momentos. No primeiro momento, foi feito um levantamento para fundamentação teórica sobre os mais recentes trabalhos sobre a filosofia da química e as preocupações fundamentais dos químicos, envolvendo também as questões relacionadas a seu ensino. Ainda nessa etapa, estendeu-se a pesquisa bibliográfica sobre o papel da experimentação no ensino de química, apontando seus objetivos e abordagens, ambas diretamente relacionadas às atitudes pluralistas defendidas pela filosofia da química. Em um segundo momento, considerou-se o Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química Ambiental e Tecnológica de uma universidade pública do interior do estado de São Paulo, analisando seus documentos oficiais e materiais em forma de texto utilizados nos laboratórios didáticos. Em seguida, planejou-se e coordenou-se reuniões de um grupo de estudos, intitulado Grupo de Estudos em História e Filosofia da Ciência (GEHFC) para alunos em formação inicial. Participaram do GEHFC oito alunos de graduação regularmente matriculados na disciplina História e Filosofia da Ciência para o Ensino de Ciências (HFCEC) deste curso. No total foram gravadas e transcritas sete reuniões nas quais abordou-se temas escolhidos segundo as necessidades dos alunos: suas dúvidas sobre as aulas de HFCEC e provocações para discussão, tal como a relação da química com a experimentação, sociedade, política, economia e as responsabilidades do professor de química perante a desmistificação da ciência e do trabalho dos cientistas. Cinco participantes do GEHFC também concederam entrevistas que foram utilizadas para maiores esclarecimentos sobre a questão de pesquisa deste trabalho a partir destas vivências. No terceiro momento desta pesquisa, analisou-se os dados coletados com base nos fundamentos metodológicos da análise textual discursiva. Notou-se que os materiais usados nas aulas de laboratório do curso apresentavam traços limitantes sobre a experimentação, ciências e o trabalho dos cientistas. Os participantes também possuíam visões muito limitadas, associando a experimentação a atividades mecânicas, nas quais se deve executar corretamente roteiros fechados para a escrita de relatórios, por vezes com cálculos manipulados para obtenção de bons resultados. Extingue-se desse cenário a resolução de problemas e a investigação, metodologias inovadoras e defendidas pelos pesquisadores mais renomados da área de ensino de ciências. Neste âmbito escasso de inovação, sequer preocupa-se com as questões relacionadas ao papel do cientista, da ciência na sociedade ou suas relações com outros campos. Mantém-se as discussões históricas, epistemológicas e ontológicas da química limitadas ao que os materiais didáticos apresentam e as aulas de HFCEC, que na maioria das vezes apresentam visões reducionistas, pragmáticas, cumulativas, infalíveis, a-históricas e superespecializadas da química. No quarto e último momento desta pesquisa, voltamos nosso foco para a formação de professores de química de uma universidade norte-americana e suas particularidades organizacionais. Três alunos foram entrevistados e a análise dos dados coletados mostrou que a autonomia de escolha de disciplinas dos níveis iniciais do curso é imprescindível para que os alunos escolham a curso que desejam formar-se, porém os conhecimentos de HFC nem sempre são apresentados para estes estudantes. Em relação ao papel da experimentação, fica clara a organização das disciplinas apresentando aos alunos aspectos técnicos e roteiros fechados nas disciplinas iniciais e a evolução para propostas de resolução de problemas e investigações a

medida em que se avança no curso. Este movimento se mostra frutífero já que os participantes afirmam sentir-se mais motivados a buscar mais conhecimentos quando são desafiados e/ou revolvem problemas do que quando simplesmente reproduzem roteiros fechados. Diante destes dois cenários faz-se necessário pensar sobre os conteúdos da filosofia da química essenciais na formação inicial do professor. Porém o curso brasileiro necessita ainda de uma atualização curricular para além de documentos como o Projeto Político Pedagógico (PPP), já que, como concluiu-se nesta pesquisa, seus objetivos ainda não foram alcançados. Pretende-se que este trabalho seja um estímulo a estudos brasileiros sobre a filosofia da química, ainda muito incipientes. Por fim, espera-se que ele seja visto como uma crítica construtiva para a melhoria da formação inicial de professores de química e que as ações do GEHFC possam servir de guia para atualização e planejamento de disciplinas relacionadas a HFC em cursos de licenciatura em química.

**PALAVRAS-CHAVE:** Filosofia da Química. Formação Inicial de Professores de Química. Experimentação. Ensino de Química. História e Filosofia da Ciência.

PRADO L. **Contributions of the Philosophy of Chemistry to the Initial Training of Chemistry Teachers: reflections on experimentation.** 2020. 186p. Thesis (Doctorate in Education for Science) Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2020.

## **ABSTRACT**

This work aimed at understanding through philosophy of chemistry discussions the role of the experimentation and the relevant discussions on the subject in the initial training of chemistry teachers. The research was developed in three parts. In the first part, a survey was made for theoretical foundation on the most recent works of philosophy of chemistry and the fundamental preoccupations of these professionals, also involving the questions related to its teaching. Still in this part, the bibliographic research on the role of experimentation in chemistry teaching has been extended, pointing out its objectives and approaches, both directly related to the pluralist attitudes defended by the philosophy of chemistry. In a second part, it was considered the Course of Licenciature in Chemistry and Bachelor in Environmental and Technological Chemistry of the São Paulo public university, analyzing its official documents and materials used in the didactic laboratories. Then, meetings of a group of studies entitled Group of Studies in History and Philosophy of Science (GSHPS) were planned and coordinated for students in initial formation. Eight undergraduate students regularly enrolled in the course History and Philosophy of Science for Science Teaching (HPSST) participated in this course. In total, seven meetings were held in which topics were chosen according to students' needs: their doubts about HPSST classes and provocations for discussion, such as the relationship between chemistry and experimentation, society, politics, economics and responsibilities of chemistry teacher before the demystification of science and the work of scientists. Five GSHPS participants also provided interviews that were used to further clarify the research question of this work from these experiences. In the third part of this research, we analyzed the data collected based on the methodological foundations of discursive textual analysis. It was noticed that the materials used in the course's laboratory classes presented limiting traits about experimentation, sciences, and the work of scientists. Participants also had very limited views, associating experimentation with mechanical activities, in which closed routines for writing reports should be executed correctly, sometimes with manipulated calculations to obtain good results. Problem solving and research, innovative methodologies and defended by the most renowned researchers in the field of science education, are extinguished from this scenario. In this scarce sphere of innovation, it is not even concerned with issues related to the role of the scientist, science in society or its relations with other fields. The historical, epistemological and ontological discussions of chemistry are limited to what the teaching materials present and the HPSST classes, which often present reductionist, pragmatic, cumulative, infallible, a-historical and superspecialized views of chemistry. In the fourth and final moment of this research, we turn our focus to an north American university chemistry teacher education and its organizational particularities. Three students were interviewed and the analysis of the collected data showed that the autonomy of choice of subjects from the initial levels of the course is essential for students to choose the course they wish to graduate, but HPS knowledge is not always presented to these students. Regarding the role of experimentation, it is clear the organization of the subjects presenting the students with technical aspects and closed scripts in the initial subjects and the evolution towards problem solving proposals and investigations as they progress in the course. This movement proves fruitful as participants say they are more motivated to seek more knowledge when they are challenged and / or turn around problems than when they simply reproduce closed scripts. Given these two scenarios it is necessary to

think about the contents of the philosophy of chemistry essential in the initial formation of the teacher. But the Brazilian course still needs a curriculum update beyond documents such as the Pedagogical Political Project (PPP), since as concluded in this research, its objectives have not yet been reached. It is intended that this work is a stimulus to the Brazilian study on the philosophy of chemistry. Finally, it is expected that this work could be seen as a constructive critique and a diagnosis for the improvement of the initial training of chemistry teachers of this course, and that the actions of the GSHPS can serve as a guide for updating and planning of HPSST related disciplines in chemistry degree courses.

**KEYWORDS:** Philosophy of Chemistry. Initial Teacher Training. Experimentation. Chemistry Teaching. History and Philosophy of Science.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Analogia: curso de um rio e análise textual.	51
<b>Figura 2</b> Esquema de estruturação de um texto em torno de argumentos aglutinadores.	58
<b>Figura 3</b> Enunciados T1 e T2.	79
<b>Figura 4</b> Enunciado T3.	82
<b>Figura 5</b> Charge de Joaquín Salvador Lavado (Quino) sobre a prática científica.	102
<b>Figura 6</b> Atividade entregue aos alunos na primeira semana de aula.	137
<b>Figura 7</b> Texto produzido por A1.	138
<b>Figura 8</b> Texto produzido por A2.	139
<b>Figura 9</b> Texto produzido por A3.	139
<b>Figura 10</b> Texto produzido por A4.	140
<b>Figura 11</b> Texto produzido por A5.	141
<b>Figura 12</b> Texto produzido por A6.	142
<b>Figura 13</b> Texto produzido por A7.	143
<b>Figura 14</b> Texto produzido por A8.	145
<b>Figura 15</b> Texas Core Curriculum.	151
<b>Figura 16</b> Grade Curricular do curso de Bachelor of Arts.	153
<b>Figura 17</b> Grade Curricular do curso de Bachelor of Science.	154
<b>Figura 18</b> Modelo de distribuição das disciplinas.	156
<b>Figura 19</b> Objetivos das disciplinas principais do curso.	157
<b>Figura 20</b> Grade de disciplinas oferecidas pelo curso de formação de professores.	158

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> Descrições de experimento/experimentação para Bacon, Hume, Comte, Bachelard, Popper e Kuhn.	19
<b>Quadro 2</b> Fatores que levaram ao negligenciamento da química no contexto filosófico.	22
<b>Quadro 3</b> Apropriações e superações promovidas pela HFC no EC.	38
<b>Quadro 4</b> O processo de unitarização de informações como encaminhamento de uma leitura aprofundada e compreensiva da ATD.	53
<b>Quadro 5</b> Convite enviado aos alunos de HFCEC por e-mail.	69
<b>Quadro 6</b> Cronograma de atividades da disciplina HFCEC e GEHFC.	71
<b>Quadro 7</b> Cronograma de avaliações da disciplina HFCEC.	73
<b>Quadro 8</b> Caracterização dos participantes do GEHFC.	75
<b>Quadro 9</b> Grade de entrevista semiestruturada.	119
<b>Quadro 10</b> Caracterização dos participantes norte-americanos.	160
<b>Quadro 11</b> Grade de entrevista semiestruturada usada com os participantes norte-americanos.	161

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> Carga horária do curso de Licenciatura em Química.	60
<b>Tabela 2</b> Grade Curricular de laboratórios oferecidos pelo curso de Licenciatura em Química.	62
<b>Tabela 3</b> Disciplinas de laboratório do Major Undergraduate Chemistry Course.	155

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
CAPÍTULO 1 HETEROGÊNEO OU HOMOGÊNEO? HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA E A QUÍMICA OU HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA COM A QUÍMICA?	18
1.1 Considerações iniciais	18
1.2 Breves considerações sobre a Filosofia da Química	22
1.3 Aspectos operacionais da química: modelos, substâncias e experimentos	25
CAPÍTULO 2 CONHECIMENTO CIENTÍFICO E CONHECIMENTO ESCOLAR: TRABALHANDO COM A DINÂMICA PLURAL DA QUÍMICA	35
CAPÍTULO 3 APORTES METODOLÓGICOS: A PESQUISA QUALITATIVA E A ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA	49
CENÁRIO I	59
CAPÍTULO 4 CARACTERIZAÇÃO DO CURSO E DOS PARTICIPANTES BRASILEIROS DA PESQUISA	59
4.1 Apontamentos sobre o curso de Licenciatura em Química da Universidade estudada	59
4.2 Ambiente da pesquisa: a disciplina História e Filosofia da Ciência para Ensino de Ciências (HFCEC) e o Grupo de Estudos em História e Filosofia da Ciência (GEHFC)	68
4.3 Os participantes da pesquisa no Brasil	74
CAPÍTULO 5 ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA DAS TRANSCRIÇÕES DAS REUNIÕES DO GRUPO DE ESTUDOS EM HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA (GEHFC)	78
5.1 Episódio 1 – 2ª Reunião GEHFC	78
5.2 Episódio 2 – 3ª Reunião GEHFC	86
5.3 Episódio 3 – 4ª Reunião GEHFC	93
5.4 Episódio 4 – 5ª Reunião GEHFC	98
5.5 Episódio 5 – 6ª Reunião GEHFC	105
5.6 Episódio 6 – 7ª Reunião GEHFC	110
CAPÍTULO 6 ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA DAS ENTREVISTAS COM OS PARTICIPANTES BRASILEIROS	118
BLOCO I	120
6.1 A HFC/HFQ nas vivências dos participantes no Ensino Médio	120
BLOCO II	121
6.2 Experimentação no Ensino Superior: contato e vivências com atividades experimentais no curso	122

6.2.1 Participante A8	122
6.2.2 Participante A7	124
6.2.3 Participante A6	127
6.2.4 Participante A4	128
6.2.5 Participante A1	131
6.3 Considerações sobre formação inicial de professores	133
BLOCO III	136
6.4 Retomada de avaliação sobre Atividade Diagnóstica (T1) desenvolvida na disciplina HFCEC e comentada na primeira reunião do GEHFC	136
6.5 Avaliação dos participantes sobre as atividades desenvolvidas pelo GEHFC	146
CENÁRIO II	149
CAPÍTULO 7 CARACTERIZAÇÃO DO CURSO E DOS PARTICIPANTES NORTE-AMERICANOS DA PESQUISA	149
CAPÍTULO 8 ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA DAS ENTREVISTAS COM OS PARTICIPANTES NORTE-AMERICANOS	160
BLOCO I	162
8.1 A HFC/HFQ nas vivências dos participantes no Ensino Médio	162
BLOCO II	163
8.2 Contato e vivências com HFC no ensino superior	163
8.3 Experimentação no Ensino Superior: contato e vivências com atividades experimentais no curso	165
8.4 Análise textual discursiva sobre interpretação de imagem	168
8.5 Estudo dos cenários I e II: limites e potencialidades	170
CONSIDERAÇÕES FINAIS	173
REFERÊNCIAS	177
APÊNDICE A	183
APÊNDICE B	184

## Introdução

Motivada pela pesquisa de mestrado finalizada em 2015, que buscou entendimento sobre o papel da experiência e da experimentação para alguns filósofos e filósofos da ciência, para a química como ciência particular e para seu ensino por meio da análise documental (PRADO, 2015), e, diante da realidade da prática profissional enquanto estagiou e ministrou aulas como bolsista didática nas disciplinas de “História e Filosofia da Ciência para o Ensino de Ciências”; “Metodologia e Prática de Ensino de Química I e II” e “Estágio Supervisionado para o Ensino de Química I e II” para o curso de Licenciatura em Química em uma universidade pública paulista e pela participação no grupo de pesquisa e estudos *Science Education – Curriculum and Instruction* de uma universidade pública norte-americana, iniciamos este projeto em março de 2016, que se estendeu por quatro anos, finalizando-o no início de 2020.

Assumimos que entender as apropriações e superações promovidas pelo uso da História e Filosofia da Ciência (HFC) promove também a oportunidade de discutir uma das principais características da química e de seu ensino: a experimentação!

Por isso, neste trabalho buscamos *compreender, por meio da história e filosofia da ciência qual é o papel da experimentação e quais discussões são pertinentes quando se aborda a ciência química em particular e a filosofia da química na formação inicial de professores. Buscamos, também, promover um estudo entre as realidades brasileira e norte-americana por meio de estudo exploratório realizado com alunos de graduação em química de duas universidades públicas, uma no Brasil e outra nos Estados Unidos.*

Para isso, buscamos fundamentação na filosofia da química, campo relativamente novo no cenário brasileiro e que nos deu subsídios para essa discussão, uma vez que os estudos realizados por Prado (2015) apontavam para uma tendência da literatura de HFC em utilizar as mesmas análises para a química e a física, suprimindo aspectos particulares da química.

Diante deste cenário inicial e em busca do entendimento das vertentes de estudo dos filósofos da química, desenvolvemos o capítulo 1 que traz o questionamento: Heterogêneo ou Homogêneo? História e Filosofia da Ciência e a Química ou História e Filosofia da Ciência com a Química? Nestas discussões tomamos por base os textos de Jaap Van Brakel, Joachim Schummer, Eric Scerri, Sibel Erduran e colaboradores, nomes de destaque no cenário internacional da Filosofia da Química (FQ) e de sua inserção no ensino.

No capítulo 2 nos preocupamos em mostrar pesquisas sobre o papel da experimentação para os estudantes, assim como procuramos discutir com base em referenciais teóricos consolidados

os objetivos e abordagens esperados para o uso de experimentos no ensino de química em todos os níveis de formação, sobretudo no ensino superior.

No capítulo 3 apresentamos nosso método de análise de dados, a saber, a Pesquisa Qualitativa (PQ) de Bogdan e Biklen (1994) e a Análise Textual Discursiva (ATD) e seus pressupostos teóricos fundados pelos pesquisadores brasileiros Moraes e Galiazzi (2016).

Tendo firmado nossos referenciais teóricos e metodológicos, apresentamos na sequência nosso objeto de pesquisa propriamente dito, ou seja, analisar quais discussões da filosofia da química são pertinentes para os cursos de licenciatura em química sobre o tema experimentação.

Para isso, analisamos o currículo, os materiais didáticos de laboratório e uma amostra de alunos do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química de uma universidade pública paulista e os materiais semelhantes de uma universidade pública norte-americana.

Apresentaremos as análises considerando a ordem cronológica da pesquisa, assim primeiramente traremos o Cenário I que descreve a pesquisa realizada no Brasil e o Cenário II que descreve a pesquisa realizada nos Estados Unidos, respectivamente.

O Cenário I, se estende pelos capítulos 4, 5 e 6. Estes capítulos situam-se temporalmente no primeiro semestre de 2017. O capítulo 4 traz uma caracterização do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Química paulista. Usando como base o Projeto Político Pedagógico do curso apresentamos os objetivos, a quantidade de créditos, ementas e materiais destinados às aulas de laboratório e/ou que abordam a experimentação de forma geral.

Neste momento também são apresentados os oito participantes brasileiros desta pesquisa, todos regularmente matriculados na disciplina História e Filosofia da Ciência para o Ensino de Ciências (HFCEC), que voluntariamente aceitaram participar do Grupo de Estudos em História e Filosofia da Ciência (GEHFC), promovido pela pesquisadora.

O capítulo 5 trata da análise dos dados coletados durante as reuniões do GEHFC. Montar um grupo de estudos paralelo a disciplina HFCEC foi uma estratégia encontrada pela pesquisadora para se aproximar dos alunos interessados pelo assunto e assim captar parte de suas vivências. Os temas abordados durante os encontros foram escolhidos pela pesquisadora e pelos participantes ao longo das reuniões, conforme a necessidade de clareamento de ideias e mediante provocações acerca do trabalho dos cientistas, sobre a experimentação e a construção da ciência como um todo.

O interesse pelas experiências pessoais e as vivências dos participantes foram levados em consideração também por meio de entrevistas individuais semiestruturadas. Os dados coletados nas entrevistas e sua análise são apresentados no capítulo 6 deste trabalho. Quatro temas centrais foram levados em consideração nestas entrevistas, a saber: *experimentação no ensino superior*,

*considerações sobre o uso de HFC, reflexão sobre a formação inicial de professores de química e avaliação sobre as atividades desenvolvidas no GEHFC.*

O Cenário II se estende pelos capítulos 7 e 8. Ambos situam-se temporalmente no segundo semestre de 2019 e retratam o período em que a pesquisadora realizou o doutorado sanduíche em uma universidade dos Estados Unidos.

Apesar de não ter tempo hábil para a realização de um grupo de estudos semelhante ao GEHFC, a pesquisadora participou como ouvinte de aulas de metodologia para o ensino de ciências, reuniões de grupos de pesquisa, palestras e seminários, nos quais constantemente se discutia sobre o uso da história e filosofia da química e da experimentação no ensino e na aprendizagem de conteúdos de ciências, matemática e química.

Este convívio com alunos de graduação e pós-graduação norte-americanos propiciou a aproximação da pesquisadora à três alunos que faziam uma formação para habilitar-se em ministrar aulas de química no ensino médio, que se voluntariaram em participar desta pesquisa.

Assim como feito no cenário I, no capítulo 7 trazemos uma breve caracterização do curso norte-americano quanto a seus objetivos, quantidade de créditos e ementas das disciplinas de laboratório. Ao final do capítulo faremos uma caracterização dos três participantes desta etapa da pesquisa.

No capítulo 8 apresentamos os dados coletados nas entrevistas individuais semiestruturadas, que tomaram como base as mesmas perguntas feitas aos brasileiros e consideraram os seguintes tópicos para discussão: *experimentação no ensino superior, considerações sobre o uso de HFC, reflexão sobre a formação inicial de professores de química e um levantamento de concepções sobre experimentação* usando como base uma imagem retirada de uma atividade desenvolvida inicialmente para a aula de HFCEC e para o GEHFC.

Por fim, apresentamos nossas considerações finais, que fecham essa pesquisa e respondem *qual o papel da experimentação e quais discussões são pertinentes quando se aborda a ciência química em particular e a filosofia da química na formação inicial de professores*, pelo menos no que tange a essa formação nos cursos em questão.

O objetivo da pesquisa centra-se, portanto, no uso deste estudo como diagnóstico para a comunidade de pesquisa na área e para os cursos de formação de professores (inicial e continuada) de química que passam por adequações e são atualizados inserindo estudos de História e Filosofia da Ciência com a Química em seus currículos.

## **CAPÍTULO 1 HETEROGÊNEO OU HOMOGÊNEO? HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA E A QUÍMICA OU HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA COM A QUÍMICA?**

Há aproximadamente 4 milhões de químicos em todo o mundo, produzindo em média 900.000 artigos científicos por ano. Cerca de dois terços desses trabalhos relatam a síntese e análise de novas substâncias (SCHUMMER, 2004). A Química é um campo disciplinar de grande produtividade científica. Segundo a estimativa feita por Ribeiro (2016), para atualizar-se na química é necessário ler cerca de 2000 páginas por dia, já que a produção científica desta área representa quase 50% do total de produções sobre ciência na atualidade.

Diante desta imensa produção, faz-se necessário pensar: Quais caminhos que a Química (institucionalizada) tomou na sociedade contemporânea? Como estes caminhos refletem no processo de formação de futuros docentes?

Considerando a forte tendência dos professores e dos químicos em apresentarem a ciência utilitarista, voltada para o capital e nem de longe preocupada com bem-estar social, responder à essas questões em sua completude parece ser uma tarefa que está longe de ser finalizada.

Sendo assim, recorreremos aos estudos de História e Filosofia da Ciência (HFC) para promover um melhor entendimento de uma parte desta problemática, atacando um ponto que consideramos importante: entender como seus aprendizes lidam com a experimentação nos diferentes ambientes na qual ela é praticada.

### **1.1 Considerações iniciais.**

Os estudos de HFC possuem inúmeros objetivos e podem estar associados a várias áreas do conhecimento. Destacamos aqui duas principais vertentes: as que estudam seus episódios a fim de alcançar o entendimento de um período histórico, uma teoria ou uma aplicação prática de determinado elemento do campo conceitual, e a vertente que busca aplicar estes estudos ao Ensino de Ciências, com a intenção de mostrar a dinâmica e a mobilidade pelas quais se estabelecem os conhecimentos científicos ao longo da história.

Neste contexto, centramo-nos no Ensino de Ciências e entendemos que os estudos de HFC assumem, dentre outros papéis, a possibilidade de alcançar a alfabetização científica e balizar ações individuais e coletivas no cenário escolar.

As ciências particulares e suas práticas não são únicas, assim como suas epistemologias, mesmo que haja momentos de diálogo, elas operam segundo modos próprios. Esse legado, pós-positivista, de questionar a verdade é colocado como o trabalho do fazer ciência, ou seja, algo que pode ser descrito e caracterizado (LEBRUN, 2006).

A descrição e caracterização dos conhecimentos científicos estiveram ao longo da história, ligadas à formulação de leis e modelos explicativos para os fenômenos naturais, por meio da experimentação, sob a forma de observações indutivas, ilustração de teorias, testes de validação, entre outros.

É justamente neste ponto que se centra nossa preocupação neste trabalho: buscamos compreender por meio da HFQ *qual é o papel da experimentação e quais discussões são pertinentes quando se aborda a ciência química em particular e a filosofia da química na formação inicial de professores.*

O início desta investigação se deu a partir da leitura de algumas obras de referência no estudo de HFC na qual Prado (2015) traçou um panorama sobre o entendimento do papel da experimentação, na perspectiva de alguns estudiosos das teorias do conhecimento e filosofia da ciência, a saber Francis Bacon, David Hume, Auguste Comte, Gaston Bachelard, Karl Popper e Thomas Kuhn.

A escolha destes seis autores se deu pois encontramos neles interessantes reflexões filosóficas/epistemológicas sobre a experiência/experimentação da filosofia natural e das ciências naturais dos séculos XVII ao XX. O quadro 1, é uma sistematização simplificada deste estudo.

**Quadro 1. Descrições de experimento/experimentação segundo Bacon, Hume, Comte, Bachelard, Popper e Kuhn.**

Filósofos estudados	Descrições sobre experimento/experimentação
<b>Bacon (1561-1626)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A experimentação é a única maneira de conhecer e dominar a ciência.</li> <li>- Tudo pode ser submetido ao Método Indutivo, ou seja, guiado pelas tábuas de entendimento e pelos procedimentos experimentais, para que assim se possa fazer as devidas generalizações.</li> </ul>
<b>Hume (1711-1776)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Só se conhece as questões físicas pela observação, ou seja, pela experiência.</li> <li>- No Empirismo, a experiência é a fonte de todo o conhecimento sobre o mundo físico.</li> </ul>
<b>Comte (1798-1857)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O conhecimento funda-se na observação dos fatos.</li> <li>- Descobre-se o mundo pela combinação de raciocínios e observações, estabelecendo relações de sucessão e similitude.</li> <li>- Experiência é o principal meio de comprovação e formulação de uma ideia científica.</li> <li>- Somente a experiência pode nos fornecer conhecimento científico.</li> </ul>
<b>Bachelard (1884-1962)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O conhecimento não deve partir dos objetos (realismo), mas do raciocínio na experiência (Racionalismo aplicado).</li> <li>- A experiência possibilita reflexões, sendo a racionalidade/pensamento responsáveis por elaborar hipóteses e respostas sobre a experiência, logo, não se conhece somente pela experiência. Os obstáculos (de natureza epistemológica) estão ligados a dados sensoriais (experiência primeira) e outras reflexões sobre a experiência.</li> </ul>
<b>Popper (1902-1994)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Experimentação é uma das formas de refutabilidade de uma teoria.</li> <li>- O critério de demarcação entre ciência e não ciência é a falseabilidade e a experiência é uma das formas de falsear teorias.</li> <li>- A teoria precede a experimentação.</li> </ul>
<b>Kuhn (1922-1996)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A experiência/experimentação está pressuposta e é organizada através de um paradigma/teoria.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de PRADO, 2015, p. 55-56.

Observa-se neste quadro a dinâmica não linear do pensamento filosófico que, por vezes, complementa e em outras vezes se opõe entre suas versões: “é exatamente este movimento que caracteriza o pensamento humano. Com a intenção de melhor conhecer as coisas, tendemos a assimilar o pensamento já existente em busca da formulação de um novo pensamento” (PRADO, 2015, p. 56). Na dissertação de mestrado de Prado (2015), fica clara a deficiência nos estudos sobre a filosofia da química, uma vez que havia entre os filósofos estudados somente um químico, Gaston Bachelard, e apenas um livro deste autor, publicado em 1932, *Le pluralisme cohérent de la chimie moderne* (Bachelard, 1973) que abordava esta disciplina.

Devido a falta de material na dissertação sobre filosofia da química, abrangência e a tendência à generalização do referencial adotado por Prado (2015), fez-se notória a necessidade de buscar fundamentos na Filosofia da Química (FQ) para a pesquisa que se busca neste trabalho.

Almejando responder nossa questão de pesquisa, partimos do texto de Earley (2008) e da revisão bibliográfica de Van Brakel (2012), que identificou as obras ou partes de obras que abordavam a FQ desde Kant até o ano de 1990. Van Brakel (2012) sugere que os filósofos da ciência deixavam subentendido que as observações da Física<sup>1</sup> balizavam as observações científicas de modo geral, assim, estudos sobre atomismo, por exemplo, exaltavam as propriedades físicas dos átomos (divisibilidade, atração mútua, repulsão) e suprimiam os estudos sobre seus aspectos químicos.

Geograficamente, a maior incidência de obras ou trechos sobre a FQ, centrou-se na França e no centro europeu, culminando em pouca produção de textos em inglês, cuja única referência entre os anos de 1938 a 1970 é a obra de Kuhn, que não possui enfoque explícito nesta área.

A FQ permaneceu quase invisível até meados de 1993. Para Van Brakel (1999), a filosofia da química despontou no cenário mundial em 1994, quando, em março daquele ano realizou-se a *First International Conference on Philosophy of Chemistry* em Londres (Inglaterra) e, um mês depois em Karlsruhe (Alemanha), ocorreu a *Tagung Philosophie der Chemie: Bestandsaufnahme und Ausblick*, uma amostra das publicações deste evento pode ser lida em Janich e Psarros (1996).

Naquele mesmo ano, em outubro a *American Philosophy of Science Association* organizou pela primeira vez um colóquio sobre filosofia da química.

Três artigos foram apresentados: Rothbart (1994), Scerri (1994), Ramsey (1994). Os trabalhos apresentados em reuniões anteriores incluem Hofmann (1990) sobre estado sólido na química, Ramsey (1990) sobre precisão numérica e causal na reação cinética e Hofmann e Hofmann (1992) sobre a lei de Darcy. Embora o revista *Philosophy of Science* tenha iniciado suas publicações em 1933, houve muito poucos artigos sobre a filosofia da

---

<sup>1</sup> Schummer (2006) recorda que há vertentes que atribuem a generalização da Física às Ciências, pois não há exatidão/similaridade para a palavra inglês *physics*, podendo ela ser traduzida para outros idiomas tanto como física, com ciência. Porém acreditamos que este não é o único motivo para a tendência a redução da química à física como apontaremos ao longo deste trabalho.

química. Malisoff (1941) é o texto elaborado para uma palestra sobre “Química: Emergência sem mistificação”; Kent (1958) é um artigo sobre nomeação científica em que Lavoisier e Faraday desempenham um papel central. O texto de Kultgen (1958) diz respeito à distinção entre elementos como substâncias homogêneas e como parte material dos compostos. Já as publicações iniciais do *British Journal for the Philosophy of Science* sobre a filosofia da química são: Feibleman (1954), onde a química é mencionada no contexto da teoria de von Bertalanffy e da teoria geral dos sistemas; Pirie (1952), em o conceito de substância pura; Bradley (1955), que tenta a partir de um processo operacional interpretar (no sentido de Bridgeman e seguindo a liderança de Ostwald) a química clássica (Dalton, Gay-Lussac, Avogadro, Cannizzaro); e Ellis (1957), que usa a lei de Gay-Lussac de combinar volumes como um exemplo para comparar explicações de processo e não-processo (VAN BRAKEL, 1999, p. 143, *tradução nossa*).

Em novembro de 1994, realizou-se o *Second Kolloquium Erlenmeyer* em Marburg (Alemanha), este evento teve como objetivo discussões sobre história e filosofia da química à sociedade científica. Os trabalhos foram posteriormente publicados em 1996 por Psarros e Janish. Segundo Van Brakel (1999), o *First Kolloquium Erlenmeyer* foi realizado em novembro de 1993 e publicado por Janich (1994). Em dezembro de 1994, o encontro *Riflessioni Epistemologiche e Metodologiche sulla Chimica* foi realizada em Roma (Itália).

Os trabalhos apresentados neste evento foram publicados em Mosini (1996). Também o *Atti del V Convegno Nazionale di Storia e Fondamenti della Chimica* foram publicadas em 1994 (Marino, 1994) (...) como o título indica, esta foi a quinta reunião desse tipo (a primeira ocorreu em 1985). Provavelmente o primeiro periódico em que artigos sobre a filosofia de química foram publicados com alguma regularidade foi a revista italiana *Epistemologia* (Lévy, 1979; Del Re, 1987; Liegener e Del Re, 1987; Villani, 1993; Mosini, 1994; Psarros, 1995). O interesse anterior na filosofia química em vários países estava geralmente ligado a reuniões com um predomínio de orientação histórica. Na Itália, o interesse inicial veio dos diretores de departamentos de química teórica, e não de filosofia (cf. Del Re, 1981; Paolini, 1981) (VAN BRAKEL, 1999, p. 144, *tradução nossa*).

Em 1995 foi lançado o periódico *HYLE International Journal for Philosophy of Chemistry*, editado por Joachim Schummer, da Universidade de Karlsruhe e, em 1999, foi lançado o *Foundations of Chemistry*, periódico editado por Eric Scerri, da Universidade da Califórnia em Los Angeles (EUA). Em 1997 foi estabelecida a *Internacional Society for the Philosophy of Chemistry* (ISPC) que, desde então, realizou 20 encontros, dos quais três na América Latina (Colômbia em 2011, Uruguai em 2013 e Brasil em 2015).

Um levantamento feito por Schummer (2006) contabilizou 60 monografias e mais de 700 artigos e uma vasta comunidade internacional de químicos e filósofos químicos. Os países que mais contribuem para esse campo disciplinar são Estados Unidos, Reino Unido, Alemanha, França, Itália, Bélgica e Estônia. O Brasil, apesar de possuir uma grande comunidade de químicos, tem uma presença pouco expressiva na FQ, integrando suas propostas sobre o tema principalmente pelo viés da educação.

Cientes da problemática, avancemos para a elucidação sobre a filosofia da química na atualidade.

## 1.2 Breves considerações sobre a Filosofia da Química

Parecem ser características iminentes dos químicos o fato de serem extremamente produtivos em química e pouco se interessar por filosofia. O paradoxo está formado: a química é uma ciência central no nível das práticas e marginal na discussão dos fundamentos conceituais e filosóficos.

Para Ribeiro (2016, p. 221),

A proximidade da química com a tecnologia, suas raízes históricas no pragmatismo e o seu desinteresse pelas questões metafísicas ao longo dos últimos dois séculos, fez a química encerrar-se em uma estrutura metodológica extremamente útil e eficiente e negligenciou aspectos metafísicos de seu próprio campo (...). O padrão de desenvolvimento da química foi antimetafísico quase por todo o século XX. A linguagem da química privilegiou, essencialmente, quantidade macroscópica como: peso, volume, temperatura, medidas com equipamento padrão de laboratório, dentre outros. Outros aspectos da disciplina, como sua ontologia, linguagem diagramática, valores, estética, dentre outros, foram negligenciados ou aceitos como úteis para formulação de projetos de pesquisa, contudo, pouco refletidos.

Ribeiro (2016) levanta dados para discutir os possíveis motivos do negligenciamento da Química no contexto da Filosofia e da Filosofia da Ciência; o quadro 2, a seguir, é fruto desta discussão.

### Quadro 2. Fatores que levaram ao negligenciamento da química no contexto filosófico.

Tecnologia	Proximidade com a tecnologia.
Pragmatismo	Raízes históricas do pragmatismo e o desinteresse por questões metafísicas.
Reduccionismo	Redução à física e o positivismo lógico – um dos principais fatores.
Questão fundacional	Ausência de uma questão filosófica fundadora (VAN BRAKEL, 1999).
Teoria científica	Nenhuma teoria científica de relevo (teoria da evolução ou teoria da gravitação) (VAN BRAKEL, 1999).
Currículo da filosofia e da filosofia da ciência	Influência da mecânica na disciplinarização da filosofia (SCHUMMER, 2006).
	Legado kantiano e sua caracterização da química como arte sistemática (SCHUMMER, 2006).
	Influência da física na profissionalização da filosofia da ciência (SCHUMMER, 2006).
Metodologia	Por possuir pluralidade metodológica (GOOD, 1999).
Antirrealismo	Posição antirrealista de doutrinas como o positivismo lógico, instrumentalismo, empirismo estrito (GOOD, 1999).
Atomismo	Contexto histórico conflituoso do atomismo (GOOD, 1999).
Imagem da química	Imagem manifesta (quimiofobia) e imagem científica (reduccionismo) (CARDOSO, 2000).

Fonte: Ribeiro, 2016, p. 220.

Soma-se a este quadro a escolha tácita dos químicos por algumas doutrinas filosóficas e a relação ainda distorcida da química com a sociedade, pois o papel de divulgação de seus conhecimentos para o grande público está a mercê da mídia e de propagandas das grandes indústrias.

Dos fatores citados no quadro 2, Schummer divide o reducionismo em redução metafísica (ontológica) e redução epistemológica (teórica). Já Erduran e Magaloglu (2014) fragmentam o reducionismo em constitucional, metodológico e explicativo.

Fazendo um apanhado destas ideias, temos que na redução constitucional, dois domínios são idênticos se forem constituídos dos mesmos subestados elementares com as mesmas interações elementares. Sendo a Física (X) e a Química (Y), X deve ser idêntico a Y em todos estes sentidos.

Na redução metafísica ou ontológica, os conceitos, propriedades e tipos naturais de X podem ser redefinidos de maneira intencionalmente equivalente pelos conceitos de Y e as leis que governam X podem ser derivadas de Y.

Já o reducionismo epistemológico ou teórico afirma que todas as leis, teorias e fundamentos de Y são derivados do primeiro princípio de X, assim espera-se por exemplo que a química seja derivada da mecânica quântica. Neste mesmo sentido, o reducionismo metodológico recomenda a aplicação de métodos de mecânica quântica a todos os problemas químicos, pois, essa seria a abordagem mais bem sucedida a longo prazo.

As reduções explicativas entendem que para cada evento ou processo de Y existe algum mecanismo pertencente a X que explica causalmente o evento ou o processo.

Considerar a redução da Química a Física é desconsiderar que a primeira é uma ciência particular. É preciso ter em mente que as Ciências, além da Física, lidam com diferentes questões e assuntos que exigem uma abordagem completamente diferente e possuem suas próprias metodologias, conceitos e teorias fato que torna o reducionismo da Química à Física um grande equívoco.

O pluralismo metodológico citado por Good (1999) (ver quadro 2), é revisado por Schummer (2014) que passa a compreender, além da diversidade de abordagens de pesquisa e métodos, a diversidade de visões que a ciência (mostradas pelas disciplinas, subdisciplinas e campos de pesquisa) constroem sobre o mundo.

O rápido avanço da ciência e sua inevitável fragmentação geraram estudos separados que, na atualidade, se complementam sem desacordo, como os estudos de Química Orgânica e Química Inorgânica. Mas também geraram estudos com desacordos conceituais e conflitos entre as subdisciplinas, como no caso da separação da biologia molecular da bioquímica.

Enquanto esta última continuou o estudo de processos químicos em organismos vivos em termos de vias de reação, ou seja, a transformação e migração de matéria, a primeira construiu sua identidade disciplinar sobre o quadro conceitual de transferência de informação (FOX KELLER, 2000). Isso mostra forte contraste com as histórias vencedoras/perdedoras de Popper, Kuhn e afins, que assumiram que a ciência iria sempre (ter que) buscar unidade eliminando os concorrentes. Embora a filosofia da ciência tenham pressuposto estrita unidade conceitual em suas próprias imagens, incluindo a noção de Kuhn de que crises temporárias se transformam em novos tipos de “ciência normal”, a

ciência atual é o resultado de um processo contínuo de fragmentação, porque isso sempre foi a maneira óbvia de resolver o desacordo conceitual sob a pressão do crescimento (SCHUMMER, 2014, p. 2, *tradução nossa*).<sup>2</sup>

A Química e suas subdisciplinas parecem não procurar por uma teoria universal<sup>3</sup> a partir da construção de métodos particulares, desta forma rejeita-se a ideia que existe um objetivo superior, digamos verdadeiro, cuja conquista eventual seria automaticamente atender todas as outras necessidades epistêmicas.

Os químicos reconhecem que suas bases têm sido construídas a partir da fragmentação e da pluralidade que cresce exponencialmente com fortes inclinações à interdisciplinaridade. Eles assumem não haver lógica na redução da Química a Física e entendem que ambas as disciplinas trabalham bem de maneira interdisciplinar, campo muito mais promissor e útil do que estudos reducionistas.

Em vez de acabar com as competições elegendo um vencedor, os químicos tendem a articular seus conhecimentos transformando-os em modelos alternativos que são adaptados a objetivos específicos e questões de pesquisa. Um exemplo ilustrativo desta ação são os modelos de ácidos e bases de Brønsted-Lowry e Lewis<sup>4</sup>. Entre eles não há competição sobre quem está certo ou errado, mas sobre onde exatamente qual modelo é mais útil em explicações e previsões.

Historicamente, o núcleo da tradição experimental da ciência, a química desenvolveu sua própria metodologia pluralista de modelos que radicalmente difere da tradição matemática monista, a partir da qual a noção de leis emergiu (para as duas tradições, ver Kuhn 1976). As leis, por um lado, são formuladas com reivindicações universais da verdade (...) Os modelos, por outro lado, são desenvolvidos sobre a descrição aproximada de casos exemplares, que podem ser cuidadosamente estendidos apenas pela modificação e sofisticação, que incluem parâmetros para cobrir suas particularidades (...) Ambas as leis e modelos são ferramentas comparáveis para explicações e previsões, mas as leis assumem poder explicativo exclusivo, enquanto os modelos podem explicar apenas os aspectos que foram construídos para fazê-lo. As leis, se confrontadas com problemas sérios, têm que ser abandonadas, o que resulta em descontinuidades da ciência e faz com que pesquisas anteriores pareçam inúteis, ao passo que os modelos podem ser flexivelmente ajustados ou complementados por novos modelos. Enquanto as leis são inerentemente reducionistas no sentido de monismo metodológico, os modelos são desenvolvidos na veia do pluralismo metodológico (SCHUMMER, 2014, p. 7, *tradução nossa*).

---

2 Schummer (2014), cita o livro de: FOX KELLER, Evelyn. *The Century of the Gene*, Cambridge MA: Harvard UP, 2000, 192p.

3 A única lei universal da Química, que governa todos os seus cientistas é a lei periódica que atua como alicerce sobre o qual todas as ramificações da química são construídas.

4 Ácidos e Bases de Brønsted-Lowry: um ácido é um doador de prótons e uma base aceitador de prótons. A base conjugada de um ácido é a base formada quando o ácido doou o próton. O ácido conjugado de uma base é o ácido que se formou quando a base aceitou o próton. Ácidos e Bases de Lewis: um ácido de Lewis é um aceitador de par de elétrons. Uma base de Lewis é um doador de par de elétrons. Um próton é um ácido de Lewis que se liga a um par isolado de elétrons fornecido por uma base de Lewis. Fazendo um comparativo, um ácido de Brønsted-Lowry é o fornecedor de uma ácido de Lewis particular, o próton. Da mesma forma, uma base de Brønsted-Lowry é um tipo especial de base de Lewis, uma substância que pode utilizar um par de elétrons isolados para formar uma ligação covalente com um próton. As bases de Lewis são também bases de Brønsted-Lowry. Entretanto, os ácidos daqueles não são necessariamente ácidos destes, porque um ácido de Lewis não precisa ter um átomo de hidrogênio. (ATKINS; JONES, 2006, p. 461- 465).

A discussão sobre a relação entre leis e modelos é aprofundada no texto de Schummer (2014a) intitulado, *The Preference of Models over Laws of Nature in Chemistry* no qual o autor afirma que o termo “lei da natureza” passou a ser pouco usual nas ciências e, principalmente, na Física. Segundo o autor, após os trabalhos de Schrödinger sobre a dualidade onda-partícula dos entes físicos subatômicos, a comunidade científica passou a usar mais os termos “teorias”, “equações”, “hipóteses” ou “modelos” para referenciar seus trabalhos.

Com essa atualização, diminuiu-se a problemática da existência de duas leis da natureza competindo umas com as outras, já que é impossível que ambas assumam o poder explicativo exclusivo, sendo necessário o abandono das concorrentes e a aceitação de apenas uma verdadeira, resultando em descontinuidades da ciência.

Mesmo assim, Schummer (2014a) argumenta que a ideia de leis da natureza não deve ser abandonada pois elas tem importante valor didático, devido sua capacidade de mostrar aos alunos iniciantes que a ciência é muito mais complexa do que formular simples verdades gerais; além disso, elas são úteis para prever erros, com base em vasta experiência e compreensão teórica de suas suposições e limites.

### **1.3 Aspectos operacionais da química: modelos, substâncias e experimentos.**

Embora as leis fossem originalmente consideradas como válidas independentemente da natureza, a concentração das substâncias e outras condições particulares da química, incluem vários coeficientes para lidar exatamente com essas particularidades. Esses coeficientes formaram um enorme conjunto de dados<sup>5</sup> que permitem alimentar “leis sofisticadas” da atualidade (SCHUMMER, 2014a).

Exceto o flerte temporário do século XIX (...) os químicos raramente utilizaram o termo “lei” para qualquer desenvolvimento teórico adicional, por exemplo, quase não há leis em química orgânica ou em bioquímica (...) Em vez disso, o termo mais usado para conceitos teóricos é “modelo”, às vezes sinônimo de “teoria” ou, se expressa matematicamente, simplesmente “equação” ou “relação”, além de termos específicos do assunto, como “mecanismo de reação”. (...) é perfeitamente legítimo que possa haver muitos modelos diferentes para o mesmo caso. Em vez de estender uma teoria para se tornar uma teoria de tudo, a arte de construir modelos consiste em restringir o campo de aplicação de um modelo de acordo com hipóteses e aproximações feitas no processo de modelagem, bem como para o descobertas empíricas que mostram seus limites (SCHUMMER, 2014a, p.8, tradução nossa).

Os modelos da química estão diretamente relacionados às práticas de laboratório. A classificação, a síntese e a análise compõem um dos mais importantes objetos de estudo desta ciência.

---

<sup>5</sup> O *Handbook Physikalisch-chemische Tabellen*, por exemplo, teve sua escrita iniciada em 1883 e hoje faz parte de um acervo digital de mais de 350 volumes.

Classificação não é apenas uma questão de construção empírica ou conceitos operacionais. Também requer abordagens teóricas que incluem ou lidam com conceitos classificatórios e mudanças substanciais, caso contrário as teorias não podem abordar as questões que devem ser explicadas ou previstas. As teorias químicas precisam lidar com centenas de milhões de substâncias diferentes e centenas de milhares de tipos de reações (SCHUMMER, 2010, p. 6, tradução nossa)

Em um trabalho de 2004, este mesmo autor apresenta resultados de uma investigação documental que mapeia, a partir da análise de várias centenas de publicações em periódicos, o trabalho dos químicos, e seu entendimento sobre "experimento", como fazem experimentos e por que fazem isso.

A química sempre foi a ciência de laboratório *per se*, de tal forma que ainda no século XIX o termo "laboratório" denotava um lugar para pesquisa experimental em que operações químicas eram realizadas (Nye 1993, p. 50). O laboratório químico tornou-se o modelo para todos os outros laboratórios de ciências quando substituíram "experimentos mentais" por experimentos reais. Embora a química não seja mais a única ciência experimental, é de longe a maior e historicamente o modelo para todas as outras. Assim, se queremos saber o que os cientistas querem dizer com "experimento", as publicações em periódicos de química são o ponto certo para começar (SCHUMMER, 2004, p. 398, tradução nossa).<sup>6</sup>

De acordo com a pesquisa, do século XVIII até meados de 1960, os químicos preocupavam-se em sintetizar e caracterizar as novas substâncias quanto suas fórmulas empíricas, pontos de fusão e ebulição, características visuais, solubilidade e reatividade com outras substâncias, porém ao passar dos anos essa caracterização canônica necessitou de atualizações inserindo-se a ela testes de espectroscopia e análises de dados usando química quântica.

Na atualidade sabemos que a produção de novas substâncias é de longe o maior empreendimento científico e estima-se que um terço de todos os cientistas do mundo estão envolvidos neste projeto, porém esta não é a única atividade dos químicos. Os “químicos analíticos melhoram métodos analíticos, químicos quânticos tentam resolver equações de Schrödinger, físico-químicos medem reações químicas, químicos tecnológicos desenvolvem e melhoram processos industriais, e assim por diante” (SCHUMMER, 2004, p. 399).

A análise de Schummer (2004), constatou que nenhum artigo usou a mecânica quântica ou métodos estatísticos para prever a síntese de novos produtos<sup>7</sup>. Segundo os dados coletados, os químicos inorgânicos baseavam-se em aspectos intuitivos, erros e analogias à trabalhos anteriores e os químicos orgânicos eram em sua maioria guiados por mecanismos de reação. Assim pode-se afirmar que

Em química, previsões raramente são feitas para testar uma teoria, mas para fornecer instruções para síntese química. Em vez de serem ferramentas para o raciocínio dedutivo, os mecanismos de reação fornecem conjuntos de possibilidades teóricas que precisam ser

6 Nesta citação Schummer (2004) referência o texto de: NYE, Mary Jo. *From Chemical Philosophy to Theoretical Chemistry*. Berkeley: University of California Press, 1993, 356p.

7 Os dados que sustentam essa afirmação situam-se temporalmente entre os anos de 1800 a 1960. Após este período surgem as pesquisas de quimiometria, mecânica quântica, métodos estatísticos e o estudo de sistemas moleculares por meio de computação avançada que ocupam-se também com a síntese de novos produtos.

cuidadosamente combinadas e adaptadas a certos exemplos de síntese experimental. Em síntese química, como em qualquer pesquisa verdadeiramente experimental, os experimentos não são ferramentas para avaliar teorias - em vez disso, as teorias são ferramentas para experimentos de pesquisa, ferramentas para explorar o novo. (SCHUMMER, 2004, p. 404, tradução nossa).

Contradizendo a ideia de alguns filósofos da ciência que afirmavam que o trabalho dos cientistas tinha como objetivo inventar e testar novas teorias, considerando a experimentação como uma forma de fazer previsões e controlar sua qualidade, vemos que a química possui um pluralismo metodológico que, na maioria das vezes, considera a teoria como ferramenta para experimentos químicos, e não o contrário.

O levantamento de Schummer (2004), sobre os objetivos associados à experimentação, a partir de artigos químicos pertencentes ao período de 1980 a 1995, aponta para um crescimento exponencial da experimentação para aplicação, ou seja pesquisa de novos materiais para uso prático ou técnico, por exemplo, em farmácia, agricultura, engenharia, e assim por diante.

Mantiveram-se no mesmo patamar as pesquisas sintéticas, realizadas para melhorar as habilidades sintéticas da química em si. Portanto, a produção de novos reagentes ou catalisadores e o desenvolvimento de novos métodos sintéticos gerais tanto no nível empírico das receitas quanto no nível teórico do mecanismo de reação configuram o principal objetivo da experimentação na química (SCHUMMER, 2004).

Apresentaram leve queda ao longo deste período a experimentação com os objetivos de classificar substâncias e as observações sobre as características estruturais de suas substâncias (ângulos, simetrias incomuns e assim por diante). Os trabalhos que usavam a experimentação para confrontar teorias, testar, esgotar e refinar modelos tiveram grande diminuição ao longo do período estudado (SCHUMMER, 2004).

Estas considerações nos fazem presumir que, para a química, a teoria é instrumento da experimentação cujos objetivos oscilam entre síntese e análise de substâncias. A síntese melhora as habilidades sintéticas do químico e usa a teoria como instrumento de orientação por meio de suas analogias, enquanto a análise, responsável por determinar a identidade das substâncias, usa a teoria como instrumento para interpretar as propriedades dos materiais e a identidade das substâncias no nível estrutural.

No estado atual, no entanto, parece já estar claro que nossos resultados não se encaixam em nenhum dos relatos tradicionais da filosofia da Ciência. Por exemplo, nenhum filósofo mencionou os objetivos sintéticos e analíticos dos experimentos, apesar do fato de que a maioria dos cientistas tem exatamente isso em mente. Colocando muita ênfase no lado epistemológico, os metodologistas da ciência continuam a ignorar que os cientistas não descrevem simplesmente o mundo como ele é, mas principalmente criam novas entidades. Nas ciências experimentais, experimentos não são ferramentas epistêmicas para verificar teorias; em vez disso, teorias são instrumentos para orientar experimentos. Enquanto o papel exato de teorias ainda é menos compreendido, parece já estar claro que elas não são

usadas para raciocínio dedutivo simples em química. Em química analítica experimentos que ajudam a determinar a identidade da substância através da interpretação propriedades empíricas. Em experimentos sintéticos eles servem como um conjunto para desenhar analogias em um nível teórico. (SCHUMMER, 2004, p. 407, tradução nossa)

Outro ponto não levado em consideração é que os químicos não estão interessados em justificar seus conceitos teóricos por meio de experimentos ou fazer deles a descrição universal do mundo, mas sim usar a teoria como ferramenta para interpretação de experimentos com propósitos particulares. Fica clara a distinção entre os objetivos e métodos da Química e da Física e o equívoco em propor sua redução em vez de propor trabalhos de forma transcendental e interdisciplinar.

Ciente dos objetivos e abordagens da experimentação, Laszlo (2014), trabalha na caracterização do químico e de seu ambiente de trabalho, destacando que milhões de pessoas hoje vivem em prol da “quimiosfera”, ou seja, colocam sua força de trabalho nesta ciência por meio de pesquisas acadêmica, industrial, tecnológica e seu ensino.

Os químicos da quimiosfera, são dotados de uma esquizovisão<sup>8</sup> e pensam com as mãos, eles são capazes de absorver informações textuais, icônicas, diagramas e pequenas variações geradas em suas reações de bancada, traduzindo-as para a linguagem particular química, aproximando as observações macroscópicas do complexo mundo submicroscópico/molecular. Na química,

A vida científica se baseia em habilidades artesanais e entendimentos tácitos que muitas vezes não podem ser explicados ou transmitidos verbal ou logicamente. Eles devem ser aprendidos no lugar, no laboratório, no seminário e no estudo. É aprendido em disciplina arregimentada da comunidade científica que serve como demarcação entre ciência e não-ciência. (NYE, 2007, p. 930, tradução nossa)

Para resumir o entendimento alcançado a partir desta olhada na prática de laboratório, conhecimento implícito consiste predominantemente em um saber fazer prático (...) a química é governada por sua prática de laboratório, não por seu ensino elementar na sala de aula (...) Assim, a química, como ciência experimental, como a ciência da mudança, prospera em saber fazer prático, adquirido através da experiência e experimentação. É tanto uma ciência como um ofício (LASZLO, 2014, p. 102, tradução nossa).

Fazendo uma reflexão um pouco mais direcionada sobre o laboratório e seu saber fazer prático, vemos o quão peculiar é este ambiente. Predominantemente, a química elementar que aprendemos na escola descreve as relações que ocorrem em um domínio estável, cujas condições ideais de temperatura e pressão garantem a confiabilidade, exatidão e a reprodução dos experimentos.

Desta forma, se pensarmos no elemento principal de estudo da química, as substâncias, tendemos a esquecer que elas são ideias conceituais facilmente questionáveis e dificilmente alcançáveis, uma vez que as substâncias puras não existem nem dentro dos laboratórios.

<sup>8</sup> Esta palavra é uma derivação do termo *esquizoanálise* desenvolvido por Deleuze e Guattari nos livros “O Anti-Édipo” e “Mil-Platôs”. *Esquizovisão* é entendida como a capacidade de fazer uma leitura da realidade, tanto natural como social, subjetiva e industrial-tecnológica. Fonte: <https://razaoinadequada.com/filosofos/deleuze/esquizoanalise>

Por exemplo, se tivermos uma porção de água com alto grau de pureza, que contenha 1ppt (uma parte por trilhão) de algum contaminante. Um litro dessa água ainda contém cerca de 100 bilhões de moléculas daquele contaminante. O que ocorre é que nem os nossos padrões analíticos e nem os usos dessa água são afetados por esse teor de contaminação, logo podemos considerar para alguns fins que esta água é uma substância pura para alguns tipos de usos.

Os materiais dentro e fora do laboratório são complexos e podem ser analisados em centenas ou milhares de substâncias de diferentes quantidades, dependendo da precisão analítica. Diante da complexidade do mundo real, o trabalho do químico centra-se no ajuste do mundo material no laboratório em conceitos classificatórios, incluindo previsões de como seus produtos sintéticos e ideais se comportam no mundo. Talvez nessa idealização dos materiais a química se aproxime da física.

Mesmo pequenas quantidades de impurezas podem alterar significativamente as propriedades químicas das substâncias, sempre há o risco de se chegar a conclusões erradas devido a interpretação entre teorias e observações químicas e, por estarem bem cientes dele, os químicos determinam quais tipos e quais quantidades de impurezas são relevantes em cada caso.

Em contraste com o ideal de uma teoria universal, a química é guiada por um pluralismo pragmatista de métodos. Dependerá do químico montar sua colcha de retalhos, ou seja, escolher e seguir métodos, conceitos e modelos que melhor se adaptem a seu campo de pesquisa particular.

O pluralismo metodológico, portanto, é uma característica da química que permite lidar de forma flexível com a complexidade, dividindo as abordagens de acordo com o que importa em cada caso. A vantagem é que ele permite incorporar novos tipos de conhecimento sem crise fundamental, estendendo a colcha de retalhos (SCHUMMER, 2010).

Ainda sobre a experimentação, Harre (2014), usa o termo *affordance*<sup>9</sup> para descrever a relação entre os aparatos de laboratório e os químicos, deixando claro que a quimiosfera adota o,

Conceito de '*affordance*' para analisar a natureza dos estudos químicos; fica claro que 'fatos' químicos são atributos não de um mundo independente revelado pelo uso de aparatos, mas são propriedades disposicionais de uma entidade híbrida - uma união indissolúvel de aparelho, experimentador e mundo (...). No entanto, quando o aparelho está sendo usado por um químico, ele está relacionado ao mundo de tal maneira que os fenômenos que ele exhibe podem existir apenas quando o aparato é integrado materialmente ao mundo. É um truísmo banal observar que, na ausência do aparato, os fenômenos da química não ocorrem, mas é um *insight* filosófico importante ver que eles também não fazem sentido. Ausentes do mundo os fenômenos não ocorrem nem fazem sentido apenas como atributos do equipamento. O híbrido de aparelho-experimentador mundial está no cerne do significado dos vocabulários que usamos para descrever fenômenos químicos. Novamente, é um truísmo que os fenômenos são apenas o que eles são aos olhos de um observador, mas é importante reconhecer que a presença implícita do aparato também o é (HARRE, 2014, p. 79, tradução nossa).

---

9 Não foi encontrada uma tradução que expresse equivalência entre o termo em inglês e a língua portuguesa, porém podemos, grosso modo, traduzi-lo como: relacionamento entre as propriedades do objeto e as capacidades do agente em determinar como o objeto pode ser usado sem a necessidade de instruções.

Os resultados mostrados pelos aparatos químicos não são uma janela transparente para o mundo, é necessário interpretar esses resultados de acordo com conhecimentos particulares dos químicos-experimentadores. Em vez de pensar a pesquisa científica como a implementação de um padrão lógico hipotético-dedutivo, deveríamos estar pensando em termos do que um determinado aparato complexo proporciona a um experimentador.

Em suma, a relação entre a experimentação e a teoria é uma das mais importantes na química, tanto que por vezes, na história, o laboratório químico tem sido visto como um espaço protegido e confinado onde os fenômenos naturais são investigados através de operações.

Embora as práticas de laboratório tenham moldado o estilo de um químico, seria irrelevante afirmar que todas as práticas experimentais são devidas à química ou que os químicos têm uma propriedade intelectual sobre elas. Portanto, em vez de tentar delinear a identidade filosófica da química, é mais interessante observar o que os filósofos aprenderam e poderiam aprender com as práticas químicas (BENSAUDE-VICENT, 2014, p. 62, *tradução nossa*).

Ainda sobre o tema “laboratório”, mostra-se importante a discussão de Latour e Woolgar (1997). Mesmo que os autores não tenham desenvolvido sua pesquisa com no âmbito da filosofia da química, eles tiveram em campo para empreender um estudo detalhado das atividades cotidianas dos cientistas em seu ambiente de trabalho. Esta pesquisa deu origem ao livro *Vida de laboratório. A produção dos fatos científicos*, publicado originalmente em inglês em 1979 e traduzido para o português em 1997.

No texto, os autores comparam o trabalho no laboratório a inscrições literárias, da qual uma pequena parte irá surgir sob a forma de publicação. Os sociólogos observaram ser necessário passar por duas fases para alcançar a produção dos resultados obtidos por cientistas, técnicos e tecnologias.

Primeiramente, os técnicos passam a maior parte de seu tempo listando colunas de números em folhas de papel em branco e fazendo comparações com tubos de ensaio. Em segundo lugar, no escritório, os cientistas mergulham em um universo de fotocópias de artigos e listas de resultados, que são transformados em codificação, leitura e escrita. Como se pode notar, uma “descoberta” científica demanda tempo e em sua grande parte representa uma ínfima parte do conhecimento científico.

Neste cenário, Latour e Woolgar (1997), deixam claro que a ideia de descoberta na ciência é falha, uma vez que há vários fatores que levam a consolidação do conhecimento científico, entre eles a criatividade e a experiência (leituras anteriores, manipulação correta de reações e aparatos, por exemplo) dos técnicos e cientistas na interpretação dos dados mostrados pelos aparelhos.

Outro fator levado em consideração é a não neutralidade da ciência no que tange a aspectos sociais, epistemológicos, culturais e econômicos, uma vez que a produção da ciência depende

muitas vezes de aprovação e financiamentos de terceiros para que aconteçam. Assim, é preciso que os personagens que vivem no laboratório (cientistas e técnicos) expressem credibilidade para obter créditos perante agências de financiamento e seus pares na comunidade científica.

Neste âmbito, há de se ter em mente que a química sintética não produz apenas conhecimento, mas também provoca mudanças radicais no mundo. Logo, a indústria e a pesquisa científica sobre a química não são, definitivamente, eticamente neutras, porque agem deliberadamente de acordo com valores (não-epistêmicos), e suas ações têm consequências positivas e negativas diretas para os seres humanos (SCHUMMER, 2010).

Diante do pluralismo metodológico e filosófico da química e suas relações históricas, sociais e econômicas, Scerri (2006; 2013) defende a troca do termo *posição filosófica* por *atitude filosófica*. Essa troca parece viável uma vez que se deve pensar que os cientistas adotam atitudes em momentos diferentes, ou de uma só vez, já que a química é dinâmica e temporal.

Segundo estes autores, isso parece bem apropriado, uma vez que a química, seus praticantes e educadores sabem muito bem operar em vários níveis (macro, micro, submicro, simbólico, representacional, comunicativo, etc.) ao mesmo tempo. Assim defende-se que os químicos adotam diferentes atitudes filosóficas, dependendo de qual nível eles estão operando.

Reconhecendo essas atitudes, Schummer (2010; 2014) as classifica de acordo com os meios e fins da química, entendendo que atitudes realistas são as que melhor se encaixam no perfil do químico. Como forma de ilustrar simplificada a afirmação anterior, teríamos a atitude realista dominando as atitudes teórica, experimentalista, idealista, ceticista e nominalista da ciência.

A atitude teórica levaria o conhecimento de substâncias como meio para o conhecimento de átomos e moléculas, considerado assim um fim em si mesma, enquanto que a atitude experimentalista consideraria o conhecimento de átomos e moléculas como um meio teórico para o fim apropriado de compreender o comportamento das substâncias produzidas artificialmente no laboratório para se adequarem às nossas concepções e necessidades (SCHUMMER, 2010).

A atitude idealista acreditaria na realidade das ideias ou, mais radicalmente, que apenas ideias formam a realidade. Essa atitude prosperou particularmente dentro do racionalismo, que rejeitava as percepções sensoriais e a experiência como fontes confiáveis de conhecimento e, em vez disso, buscava contato com sua realidade intuição e restrições lógicas de raciocínio (SCHUMMER, 2014).

Já uma atitude realista, ao contrário do idealismo, reconheceria uma diferença fundamental entre conceitos e o mundo. Esta posição levaria o nosso conhecimento de substâncias como um meio para desenvolver uma melhor compreensão do mundo material, que inclui tanto o nosso ambiente natural e os processos químicos que acontecem em todos os tipos de indústrias

(SCHUMMER, 2010). Contrapondo o realismo nas atitudes teóricas e experimentalistas, é preciso levar em consideração que

O problema do teórico é que ele não possui conceitos úteis de tipos, tanto para entidades quanto para processos. Se tais conceitos são introduzidos em virtude de aproximações de modelo, o teórico teria que admitir que a química é, em última instância, sobre seus próprios modelos sobre o mundo, e não sobre o mundo material em si, ou seja, apenas sobre o que os teóricos estão fazendo. Compare isso com o experimentalismo que não só pode reconhecer tais modelos como ferramentas intelectuais úteis, mas também pode afirmar que seus próprios conceitos se encaixam perfeitamente em pelo menos uma parte do mundo material, mesmo que essa parte seja artificialmente produzida em laboratório. No entanto, também o experimentalismo cheira a autossatisfação porque cria e concentra-se nos sistemas de laboratório que melhor se encaixam em sua estrutura conceitual (SCHUMMER, 2010, p. 4, *tradução nossa*).

O realismo conceitual, em oposição ao nominalismo (que não admite a existência do universal, nem do mundo material ou inteligível, atribuindo universalidade aos nomes) é uma posição inquestionável na química porque é profundamente enraizada em sua prática experimental. Enquanto as regras de experimentação forem observadas, espécies que podem desenvolver em diferentes propósitos e em diferentes métodos, o realismo conceitual é também compatível com o pluralismo.

Outra atitude oposta ao realismo, o ceticismo de forma geral<sup>10</sup>, é uma posição insustentável em química, pois os químicos, ao contrário dos matemáticos ou filósofos, buscam contato com o mundo exterior através da experimentação e seus conceitos para descrever o mundo, são operacionalmente baseados na prática experimental, que pode ser reproduzida por qualquer pessoa, a qualquer momento. O conhecimento assim alcançado atende a todas as condições de objetividade e confiabilidade que se pode razoavelmente desejar. Na química, teorias ou modelos, ou estruturas conceituais mais gerais, não são o fim, mas os meios da ciência.

A atitude realista epistemológica é, portanto, não apenas compatível, mas requer pluralismo, porque as abordagens conceituais precisam ser adaptadas a questões específicas para fornecer respostas precisas e confiáveis. Portanto, faz-se necessário abandonar o "realismo científico" e procurar uma atitude realista para a constituição pluralista da química em particular (CHANG, 2012).

Para Schummer (2010),

Se o objetivo da ciência é entender o mundo em que todos vivemos, então o realismo é a única posição viável, de tal forma que as investigações laboratoriais teóricas e experimentais são apenas meios úteis para esse fim. Isso é ainda mais importante se a química, como muitos pensam, é desenvolver uma compreensão do nosso mundo material,

---

<sup>10</sup> Não obstante a afirmação de Schummer (2010), no ceticismo pirrônico embora ocorra o abandono da verdade, o conhecimento é baseado na prática experimental (*phainómenon*), ou seja, o conhecimento é dado no mundo empírico. Para mais discussões sobre o Ceticismo Pirrônico ver: EMPÍRICO, Sexto. *Contra os gramáticos*. São Paulo: Editora Unesp, 2013, 96p. e EMPÍRICO, Sexto. *Contra os retóricos*. São Paulo: Editora Unesp, 2015, 271p.

a fim de melhorá-lo de acordo com as necessidades humanas (SCHUMMER, 2010, p. 7, *tradução nossa*).

Por último, como previsto pelo título deste capítulo, precisamos refletir: heterogêneo ou homogêneo? HFC e FQ ou HFC com FQ? Concordamos com Bensaude-Vicent (2014), e entendemos que as questões convencionais de filosofia da ciência estão muito longe das questões cotidianas dos químicos em seus laboratórios, por este motivo, estes profissionais criam preconceitos, diminuindo a quase nulo seu interesse pela filosofia. Por outro lado, o não entendimento das preocupações químicas pelos filósofos os afastam de discussões sobre a disciplina em seções de HFC.

Neste âmbito seria frutífero para os filósofos da ciência

(...) ouvir os químicos e prestar atenção ao que podem aprender com eles. Filosofar com os químicos pode ajudar a reformar a filosofia da ciência não apenas trazendo novas perspectivas sobre questões filosóficas tradicionais, mas também porque sua materialidade irreduzível determina uma série de questões interessantes que ampliam o repertório de tópicos em participação na filosofia da ciência (BENSAUDE-VICENT, 2014, p. 60, *tradução nossa*).

Com a materialidade e as discussões sobre as substâncias, pontos chave da química, os filósofos podem primeiro aprender sua importância, bem como considerar suas práticas instrumentais, restrições materiais e sistemas experimentais.

Estes estudos “são um campo ideal para explorar a hipótese de que as coisas têm múltiplos modos de existência ao mesmo tempo e conduzir uma investigação sobre modos de existência” (Bensaude-Vicent, 2014, p. 70 *apud* Latour, 2012). A essa facticidade atribui-se o fato de que a química é uma ciência humana, uma vez que as entidades químicas pertencem ao “espaço químico”<sup>11</sup> e existem como compostos da natureza e da sociedade, de potenciais teóricos, pressões sociais ou econômicas, bem como exigências ambientais.

Neste sentido, defender a discussão de pressupostos filosóficos e a interdisciplinaridade parece ser uma atitude muito promissora, pois esse “cuidado com as coisas pode não ser a característica específica da química, mas é uma das lições que os filósofos podem querer reter e discutir com os químicos, pois certamente tem o potencial de renovar seu estoque de conceitos ontológicos” (BENSAUDE-VICENT, 2014, p. 73, *tradução nossa*).

---

<sup>11</sup> Assim como Laszlo (2014), criou o termo quimiosfera, Bensaude-Vicent (2014) cria a noção metafórica de espaço químico, forjada por analogia com o espaço astronômico, afirmando que o espaço químico está diretamente ligado ao esforço conjunto da revista acadêmica (*Nature*) e da empresa farmacêutica (*Aventis*) para promover a produção de novas moléculas de interesse (descoberta de novos astros). Assim como apenas uma pequena parte do espaço astronômico povoada por bilhões de corpos celestes foi explorada, apenas uma pequena região do espaço químico está sendo explorada.

Desta forma defendemos: Homogêneo! História e filosofia da ciência com filosofia da química! Acreditando ser necessário a integração, das questões particulares da filosofia da química e da química às discussões da história e filosofia da ciência.

## **CAPÍTULO 2 CONHECIMENTO CIENTÍFICO E CONHECIMENTO ESCOLAR: TRABALHANDO COM A DINÂMICA PLURAL DA QUÍMICA.**

Os conhecimentos escolares de química, representados na atualidade pelos currículos nacionais e estaduais, estão duplamente e diretamente ligados à ideia de transformação. Dizemos duplamente e diretamente pois, em primeiro lugar, a Química é conhecida como a ciência das transformações. Vista como uma atividade humana de transformação da matéria, sua história remonta aos conhecimentos práticos originários do cotidiano de trabalho de artesãos e do desejo alquímico da transmutação dos metais.

Em segundo lugar, e com o mesmo sentido, a socialização do conhecimento científico da química é prioritariamente realizada pela escola por um processo de transposição didática; espera-se que os conteúdos científicos sejam apresentados para os estudantes de maneira que eles possam, ao longo de sua formação, deles se apropriarem, entendê-los e aplicá-los em sua vida cotidiana, exercendo sua cidadania de maneira crítica e colaborativa.

Fica evidente a necessidade de aliar os conhecimentos pedagógicos (metodologias de ensino) aos conhecimentos científicos de conteúdo. A atualização dessa relação se dá por meio de pesquisas na interface ciências humanas e naturais.

Essas duas culturas precisam estar em constante diálogo, uma vez que com frequência a lógica da ciência aplicada modifica e molda o próprio processo político das sociedades, e, neste movimento dialógico o ensino deve fazer-se também presente. Segundo Snow (1993, p. 100, *tradução nossa*),

Mudanças na educação não resolverão nossos problemas, mas sem essas mudanças nem perceberemos quais são os problemas. Mudanças na educação não vão fazer milagres. A divisão de nossa cultura está nos tornando mais obtusos do que precisamos: podemos reparar as comunicações até certo ponto: mas, como já disse antes, não vamos encontrar homens e mulheres que entendam tanto do trabalho de Piero Della Francesca quanto o de Pascal, ou Goethe. Com boa sorte, no entanto, podemos educar uma grande proporção de nossas melhores mentes, para que não ignorem a experiência imaginativa, tanto nas artes como na ciência, nem ignorem nenhuma das investidas da ciência aplicada, nem o sofrimento reparável da maioria dos humanos e das responsabilidades que, uma vez vistas, não podem ser negadas.

É preciso entender ainda que,

Nas ciências naturais e sociais, a teoria não é uma rede de pescar dados, pois os dados não estão disponíveis de forma acabada, em um real suposto como tal, a despeito de uma interpretação. Tampouco os experimentos nas ciências naturais são artefatos de verificação e de comprovação como expressam concepções empírico positivistas. Entender os dados e os fatos experimentais como destituídos de uma teoria é concebê-los como mero conjunto de índices desconexos (...). Assim sendo, a própria noção de objetividade modifica-se. Ser objetivo nas ciências não significa estar fundamentado no objeto, concentrar-se em um conhecimento exclusivamente experimental. Significa ser capaz de provar que se aplica corretamente um método, o que exige, mais precisamente, a referência aos métodos de objetivação (...) é preciso ser capaz de elaborar métodos de construção da objetividade, e

não supor essa objetividade como anterior ao próprio processo de pesquisa (LOPES, 2007, p. 191).

Como já discutimos, as ciências e a química, são atividades sociais e culturais dinâmico e temporais. Seu ensino também é produzido socialmente para finalidades específicas da escolarização, expressando um conjunto de interesses, econômicos, políticos, culturais e históricos diretamente ligados às pretensões de seus idealizadores (ministros, governadores, empresas de materiais didáticos, pesquisadores da área e professores, por exemplo).

Assim como o trabalho com transformação de materiais e os conteúdos disciplinares, a química e o ensino de química têm bases epistemológicas que tendem ao pluralismo.

Como já vimos, os filósofos da química contemporâneos a entendem a partir de atitudes filosóficas cujas metodologias, níveis operacionais e modelos baseiam-se na visão pluralista da ciência.

Assim, os currículos necessitam ser construídos de forma a

Compreender a epistemologia escolar como distinta da epistemologia das ciências de referência e entender as disciplinas escolares como distintas das disciplinas científicas insere-se em uma perspectiva de pensar lógicas diversas para o conhecimento escolar que não a lógica do conhecimento científico. Com isso, não desconsidero o fato de que é função da escola, em uma perspectiva crítica de educação, socializar o conhecimento científico. Muito diferente, entretanto, é socializar esse conhecimento como se a compreensão do mundo dependesse exclusiva ou prioritariamente dele, ao invés de pensá-lo como mais um dentre os possíveis saberes que permitem compreender e (re)construir o mundo. Nessa ótica pluralista, a epistemologia escolar propõe o desafio de pensar historicamente o conhecimento, pensá-lo na sua provisoriade e contingência. Ou seja, pensá-lo em sua dimensão humana. (LOPES, 2007, p. 203).

Lemes e Porto (2013) salientam que é preciso reestruturar o ensino em todos os níveis, na tentativa de diminuir o fosso entre a química escolar e a química praticada pelos químicos. Não se espera adicionar a filosofia da química como um conteúdo a mais nos currículos, mas inseri-la como um pano de fundo filosófico no ensino.

Ou seja, “a filosofia da química não pode ser entendida como uma abordagem metodológica, e sim um meio que procura fundamentar, avaliar e explicitar as particularidades da química (...) o fazer químico e o ensino de química devem estar próximos, mas não são equivalentes” (LEMES; PORTO, 2013, p.141). Essa proximidade deve ser tal que as problemáticas educacionais se beneficiem das abordagens filosóficas e vice-versa, mesmo mantendo a distinção entre o “fazer” e o “ensinar” química, pois necessitam de aportes filosóficos diferentes.

Para “fazer química”, pode-se ser realista, acreditar na correspondência da representação/modelo com o objetivo real, sem que haja prejuízo para os objetivos pretendidos. Para “ensinar química”, em contrapartida, admite-se a necessidade de maior reflexão sobre diferentes posicionamentos filosóficos, havendo a necessidade de apresentar aos alunos as controvérsias sobre o tema, explicitando os prós e contras de cada vertente. A imposição da perspectiva realista para o aluno de ensino médio, por exemplo, pode afastar o aluno da química, por não conseguir compreender a correspondência entre teoria, modelo, representação e evidência experimental. Para o estudante, muitas vezes não faz sentido

aquilo que, do ponto de vista do professor está tão bem estabelecido que não comporta discussões (LEMES e PORTO, 2013, p. 141).

A pesquisa de Scerri (2003), intitulada *Philosophical Confusion in Chemical Education Research*, discute que há pouco engajamento das pesquisas que preenchem o fosso entre a pesquisa da linha de frente em química e o currículo de química em geral. Há muita confusão por parte de seus idealizadores, há trabalhos, por exemplo, que se dizem construtivistas, mas que na verdade são empiristas pois apelam para a percepção dos sentidos ao invés de construir o conhecimento com base em fatores sociais, culturais, políticos e econômicos.

Consequências deste pouco engajamento e confusão conceituais repercutem na escolha de vários iniciantes por carreiras em “química dura” entendendo que nessa área se opera dentro da ciência de maneira mais significativa e válida do que em outros ramos de pesquisa, desconsiderando que a filosofia da química, por exemplo, é tanto sobre o conteúdo do mundo químico (a ontologia da química) como é sobre como os químicos fazem sobre o seu trabalho. E que ambos aspectos estão intimamente relacionados e são importantes (SCERRI, 2003).

Vários pesquisadores (SCERRI, 2007; ERDURAN, 2013; LABARCA; BEJARANO; EICHLER, 2013; KAVALEK *et al.*, 2015) apontam para a necessidade de traduzir e tornar útil os conhecimentos de FQ e EQ em uma perspectiva multidisciplinar da educação, sendo necessário que os professores em formação compreendam que a química é como uma substância miscível em filosofia, história, sociologia e psicologia.

Esse trabalho conjunto tem grande potencial para auxiliar a compreensão em profundidade da natureza da disciplina química, pois pode introduzir enfoques mais amplos tanto no ensino, com a formação de um sistema pedagógico com caráter emancipatório e crítico, como na pesquisa, contribuindo com uma teoria do ensino bem como a maturidade profissional e organizacional dos saberes docentes.

Os benefícios desta união são inúmeros. O quadro abaixo, retirado de Prado e Carneiro (2018a, p.4) ilustra as principais apropriações e superações promovidas pela história e filosofia das ciências em geral ao ensino de Ciências.

**Quadro 3. Apropriações e superações promovidas pela HFC no EC.**

<b>O estudo de HFC na Formação Inicial de Professores de Ciências</b>	
<b>Apropriações</b>	<b>Superações</b>
Enfoca o paralelismo entre as ideias/preconcepções dos estudantes e as concepções vigentes ao longo da história das ciências reconhecendo seus câmbios culturais.	Visão descontextualizada de Ciência, sendo considerada socialmente neutra e isolada do meio na qual é produzida.
Favorece a seleção de conteúdos fundamentais da disciplina em função dos conceitos estruturantes, para introduzir novos conhecimentos e superar obstáculos epistemológicos.	Concepção individualista e elitista, que mostram a Ciência feita por homens extremamente inteligentes que trabalham isolados em seus laboratórios.
Mostra os problemas significativos da história da ciência e coloca o aluno em condições de abordá-los; promove a vivência da construção de conhecimentos científicos.	Visões acumulativas, na qual a Ciência não inclui crises e nem reestruturações.
Evidencia a existência de grandes crises no desenvolvimento do conhecimento e permite relacionar os obstáculos dos cientistas as dificuldades dos alunos.	Da questão empírico-indutivista, a teórica, que consiste em dar grande ênfase na observação e na experimentação.
Mostra o caráter hipotético, tentativo da ciência, as limitações das teorias e os problemas pendentes de solução.	Visões rígidas e infalíveis, que não deixam claro o caráter tentativo, as dúvidas e a criatividade na Ciência.
Mostra a ciência como uma construção humana, coletiva, fruto do trabalho de muitas pessoas (humaniza a ciência).	Visões não problematizadoras e a-históricas, na qual a Ciência é um conhecimento acabado e dogmático.
Mostra a pluralidade de pensamentos e metodologias abrindo espaço para a reflexão e contribuindo para a tomada de decisões fundamentadas sobre o desenvolvimento científico e tecnológico das sociedades.	Visões exclusivamente analíticas, ou seja, Ciência ‘superespecializada’, que trata de situações simplificadas e idealizadas.

Fonte: PRADO; CARNEIRO, 2018a, p.4. Construído a partir de adaptações de Loguercio e Del Pino (2006) e Gil Perez et al. (2001).

As discussões promovidas pela história e filosofia da ciência têm valor cultural intrínseco e privilegiam formação científica em detrimento do conhecimento enciclopédico, mostrando uma imagem mais dinâmica e completa e menos normativa e dogmática do conhecimento científico, auxiliando de maneira muito positiva o aprendizado não ingênuo das ciências e da química em particular.

Neste cenário, aliar a filosofia da química ao ensino de química, parece ser uma oportunidade perfeita para esmiuçar uma de suas principais características: a experimentação.

Porém, é importante notar que a Química ensinada na escola não é a mesma Química que os químicos praticam, “os objetivos e metas da educação não correspondem necessariamente às

metas e objetivos da pesquisa, seja na forma da prática de uma ciência dura ou como objeto de investigação por filósofos” (ERDURAN, 2005, p.5, *tradução nossa*).

Nesta mesma dinâmica se dá a experimentação nestes dois ambientes, os experimentos desenvolvidos na prática científica têm contextos que dependem de vários fatores que mostram sua não neutralidade perante a economia, cultura, política entre outros. Como vimos no capítulo anterior, na prática científica, o experimento não fala por si só. O químico busca, a partir de seu condicionamento teórico, criar um dispositivo experimental para estudar uma parte do mundo artificialmente recortada, muitas vezes simplificada propositalmente para esse fim.

Entre a experimentação e os modelos existe certa imaginação e criatividade, restringidas pelas relações estabelecidas entre eles e pela linguagem específica – concebida como um instrumento que interfere na construção desse conhecimento (ESPINOZA, 2010).

Nesse movimento, as conclusões encontradas devem ser validadas pela comunidade científica, ou seja, produzir conhecimento científico não requer apenas análise das condições em que este é criado, mas também o debate e reconhecimento dos pares.

Os experimentos escolares, por sua vez, são trabalhos que esperam o reconhecimento pela tarefa realizada, em geral os alunos recebem indicações do professor ou um roteiro de trabalho com orientações sobre o que devem fazer e o que precisam registrar, se precisam responder a perguntas ou formular uma conclusão ou explicação.

O propósito da atividade pode ser facilmente confundido como acomodar-se, ler, ouvir orientações/perguntas e organizar respostas de maneira a reproduzir o solicitado da forma mais fielmente possível. Este tipo de proposta minimiza a incerteza do aluno e ao mesmo tempo limita sua autonomia, pois não deixa muito espaço para criar outros procedimentos e formular outras perguntas (ESPINOZA, 2010).

Espinoza (2010, p. 89-90), salienta que

É muito difícil para o professor, que já conhece a explicação, distanciar-se daquilo que sabe sobre o objeto e chegar às interpretações passíveis de serem feitas por aqueles que não estão familiarizados com as mesmas ideias. Mesmo que não tenha intimidade com o conhecimento em questão e que não tenha criado a proposta de experimento, o modo como é apresentado nos livros didáticos- de onde ele o retira e onde ele encontra a “explicação” - lhe assegura o status de evidência empírica. O fato de os dados coletados na observação do fenômeno e das relações estabelecidas entre eles serem familiares é um dos principais problemas para que se possa considerar outras possíveis interpretações. Um dos méritos atribuídos à proposta experimental é, justamente, conferir o caráter de evidência. Parte-se do princípio de que todos “veem” a mesma coisa, da ilusão de que basta mostrar para ver, crer e aprender (...) A relação que professores e alunos mantêm com o conhecimento é assimétrica.

O professor deve reconhecer essa assimetria como um desafio, cuja busca por solução parte da necessidade de procurar trocar ideias e de retomar, em vários contextos, conhecimentos que se considerava já terem sido ensinados anteriormente.

Para Erduran (1999), a química não é impulsionada por receitas, nem pela coleta de dados e interpretação de cientistas isolados em seus laboratórios. Para o ensino e aprendizado efetivos de química, as salas de aula precisam manifestar “o que os químicos fazem”. Os químicos modelam a estrutura e a função da matéria e, desta maneira, os alunos devem ser submetidos a oportunidades de desenvolver e usar próprios critérios, heurísticas e estratégias que provocam e validem as afirmações de conhecimento da química.

Para isso é preciso reconhecer que o EQ tem a função de alfabetizar cientificamente o cidadão, e não apenas aqueles que se tornarão cientistas. Essa ampliação da audiência da educação química levanta muitos novos problemas para projetar ambientes de aprendizagem eficazes que devem contar com a união da química a disciplinas básicas como filosofia, psicologia e sociologia, pois elas ajudam na extensão na tradução de ideias para ser útil e eficaz ao nível das explicações educativas (ERDURAN, 2005).

À primeira vista pode parecer estranha a tentativa de humanizar a química propondo ações interdisciplinares com as discussões destas disciplinas, porém, para Erduran (2005), uma vez que salas de aula são espaços da construção do conhecimento, elas são lugares onde ideias de cidadania e moralidade são revogados. Há em sua rotina amplas oportunidades para o EQ abraçar aspectos epistemológicos, linguísticos, éticos da química e para a pesquisa. Não reconhecer essa necessidade é como imaginar que pesquisas em ensino são brandas e benevolentes e não merecem atenção da comunidade científica.

Desta forma, essas disciplinas não devem adicionar conteúdo extra para os currículos, elas devem ensinar que há na química maior necessidade de reflexão, mostrando diferentes posicionamentos filosóficos, apresentando aos alunos as controvérsias sobre o tema e explicitando os prós e contras de cada vertente, em vez de simplesmente apresentar-lhes conteúdos prontos (ou compreensões definitivas sobre teoria, modelo, representação e evidências experimentais) como é tão comum no ensino universitário (LEMES e PORTO, 2013).

Quando se olha para a grade curricular de um curso de licenciatura e bacharelado em química de uma universidade pública do estado de São Paulo, como feito por Prado e Carneiro (2018b), observa-se que o uso de experimentação, o ambiente laboratório e as práticas experimentais estão fortemente enraizados na vida do químico em formação tanto como bacharel quanto como licenciado.

Desse enraizamento surge a vasta produção acadêmica relacionada a pesquisa científica, central no nível das práticas e marginal na discussão dos fundamentos conceituais filosóficos. Segundo as últimas reuniões da comunidade internacional de filosofia da química, o Brasil, apesar de possuir uma grande comunidade de químicos, tem uma presença pouco expressiva na FQ, integrando suas propostas sobre o tema principalmente sob o viés da educação.

A integração esperada das questões conceituais de química com a história e filosofia da química ainda é iniciante no cenário brasileiro, porém a integração da experimentação no ensino de ciências está há muito tempo aliada as metodologias de ensino de química.

Como já discutimos, há forte tendência à interdisciplinaridade entre as ciências físicas e químicas, e esse modo interdisciplinar de operar promove a superação de ideias reducionistas, englobando as particularidades, limites e potencialidades de cada disciplina, em uma forma mais flexível de trabalhar: *com, sobre e para* a ciência.

Essa forma interdisciplinar e pluralista de ver o mundo parece ser melhor aceita na comunidade de educadores/alfabetizadores científicos, uma vez que se aceita a experimentação como uma estratégia, recurso e metodologia de ensino com várias finalidades e objetivos.

Os educadores químicos necessitam participar de discussões como as que apresentamos no capítulo anterior, pois precisam ter claro que os objetivos da experimentação são diferentes segundo o cenário em que são praticadas, porém a essência epistemológica (pluralismo e transformação) dos conhecimentos químicos é a mesma e deve permanecer presente tanto em sua pesquisa como em seu ensino.

É preciso ter em mente que, embora as práticas de laboratório tenham moldado o estilo do químico, não se pode afirmar que as práticas experimentais são devidas à química ou que os químicos têm propriedades intelectuais sobre elas

Além disso é necessário entender que na pesquisa científica na área de química:

1. Experimentos não são ferramentas para avaliar teorias, teorias são ferramentas para experimentos de pesquisa;

2. A experimentação em laboratórios de pesquisa tem objetivo de propor novos materiais para uso prático, classificar e caracterizar estruturalmente substâncias, ou seja, a tríade classificação, síntese e a análise determinam as ações nesses ambientes.

Segundo Erduran (1999), o conhecimento tradicionalmente químico ensinado em aulas do tipo palestras, foi complementado pela experimentação laboratorial, que se destinava a proporcionar aos alunos a oportunidade de experimentar a química como ilustração e apuração da verdade. Assim, raramente a experimentação era introduzida como atividade através da qual modelos são

desenvolvidos, avaliados e revisados. O objetivo central era iniciar o estudante no “método científico”, ou seja, na coleta de dados e análise, ambas guiadas pela teoria que havia sido ensinada.

Esta forma de ensinar mostrou-se pouco satisfatória, uma vez que os alunos apresentaram dificuldades em associar a ideia dos modelos à experimentação. Segundo a pesquisa de Erduran (1999), a maior parte dos estudantes de ensino médio de Londres entendiam os modelos como cópias da realidade, possivelmente incompletos por que foram intencionalmente projetados como tal e/ou que modelos são conscientemente produzidos para um propósito, com alguns aspectos da realidade sendo omitidos, suprimidos ou aprimorados. Um pequeno número de estudantes julgava que os modelos são construídos para desenvolver ideias, ao invés de uma cópia da realidade.

Esses resultados mostram como são pertinentes as discussões sobre HFQ no EQ, mais especificamente sobre o papel da experimentação e das teorias do conhecimento, não somente no Brasil, país iniciante nas discussões sobre o tema, mas para todo o mundo.

Na legislação educacional brasileira, o mais atual e principal documento orientador, a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) não deixa tão claro quanto os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1999), qual a função da experimentação para o ensino de ciências da natureza e suas tecnologias no nível médio, porém é esperado que

(...) os estudantes possam se apropriar de procedimentos e práticas das Ciências da Natureza como o aguçamento da curiosidade sobre o mundo, a construção e avaliação de hipóteses, a investigação de situações-problema, a experimentação com coleta e análise de dados mais aprimorados, como também se tornar mais autônomos no uso da linguagem científica e na comunicação desse conhecimento (BRASIL, 2018, p.558).

Por um lado, preocupa-nos o fato de esta ser a única frase em todo documento que define ao professor o papel da experimentação, uma vez que pode gerar interpretações equivocadas sobre a função desta em sala de aula. Por outro lado, a abrangência da frase nos remete a necessidade de realizar pesquisas bibliográficas sobre o assunto em busca de entendimento.<sup>12</sup>

Prado (2015) fez uma pesquisa bibliográfica sobre a experimentação no EQ brasileiro na qual observou que, desde o final da década de 1980, a principal diretriz era a de usar a experimentação como forma de contribuir para uma melhor qualidade do ensino e proporcionar

---

12 Ao longo do texto faremos referência a atividades experimentais investigativas. Entendendo que estas “(...) se referem a atividades em que a ênfase é dada a um problema, que deve ser relevante para o aluno, por eles apropriado e devidamente enquadrada pelo professor, consistindo dessa forma em uma pequena investigação dos alunos controlada pelo professor, com muito mais controle dos tempos e dos meios por parte dos alunos (PRADO, 2015, p. 126)

Ainda sobre as atividades experimentais investigativas, concordamos com Oliveira (2010) que é papel do professor, orientar as atividades; incentivar e questionar as decisões dos alunos e que é papel do aluno, pesquisar, planejar e executar a atividade buscando por explicações para o fenômeno observado.

Estas atividades podem ocorrer em qualquer momento da aula, podendo ser por exemplo, a própria aula ou ocorrer previamente à abordagem do conteúdo, de maneira que os alunos ocupem uma posição mais ativa e se estimule a criatividade e abordagem de temas socialmente relevantes. Em uma atividade investigativa experimental, o “erro” é mais aceito e contribui para o aprendizado, porém para isso é requerido maior tempo para a sua realização e mais experiência dos alunos com as práticas de laboratório.

momentos em que os estudantes agissem como investigadores e construtores protagonistas de seu aprendizado.

Segundo este estudo, há vários objetivos associados à experimentação, há trabalhos que discutem estratégias experimentais de sucesso e outras que aliam a experimentação a discussões cotidianas, sobre a relação Ciência Tecnologia e Sociedade, HFC e Educação Ambiental, por exemplo.

Aprofundando este estudo, Prado e Wesendonk (2017a, 2017b e 2019) traçaram um panorama sobre os objetivos e abordagens mais comuns no uso da experimentação em eventos (encontros nacionais e regionais) de ensino de ciências e de química, usando como período de busca 10 anos de produções.

Os resultados mostraram que a maioria dos trabalhos (cerca de 30% do total) usavam a experimentação como forma de motivar professores e alunos, despertar interesse ou efetivar a aprendizagem sobre determinado elemento do campo conceitual; em segundo lugar, cerca de 25% do total usaram como objetivo da experimentação o confronto de ideias, a investigação e a possibilidade deste recurso de auxiliar na compreensão de como se faz ciência.

Em terceiro lugar (aproximadamente 15% do total), ficaram os objetivos associados a aproximação da ciência ao cotidiano dos alunos, na sequência vieram as práticas experimentais de abordagem demonstrativa, de verificação, ilustração e comprovação de determinado elemento do campo conceitual.

Nos últimos lugares, e, em quase empate (com menos de 10% do total) ficaram os objetivos associados a problematização de elementos do campo conceitual e a compreensão de como a ciência é construída, mostrando mais uma vez que bem pouco se fez na abordagem da relação entre a experimentação e as epistemologias e história dos conhecimentos científicos.

Com o objetivo de conhecer os materiais disponíveis para o professor de EM do estado de São Paulo, Prado (2017) mapeou e classificou os experimentos contidos no Material de Apoio do Currículo do Estado de São Paulo. Essa pesquisa mostrou que são propostos 23 experimentos ao longo do EM e que a maior parte deles (56,52%) indicam que o professor deve demonstrar o experimento, 39,31% propõe uma verificação de dados e comparação com a teoria estudada e somente um experimento (4,31%) ao final do terceiro ano do EM, pode ser classificado como uma proposta investigativa.

Esse trabalho vai ao encontro da pesquisa de Prado (2015), que analisou todas as coleções de livros disponíveis pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) no período de 2012 a 2014, nos quais se propunham aproximadamente 32 experimentos por coleção, sendo mais recorrentes as propostas experimentais nos primeiros e segundos anos do ensino médio.

Esta pesquisa mostrou que a maioria dos livros apresentavam propostas de cunho demonstrativo e de verificação, sendo sugeridas adaptações investigativas às propostas experimentais segundo as necessidades do professor, porém não havia elementos investigativos claros nas propostas originais.

Em suma, os experimentos eram apresentados através de roteiros fechados que deveriam ser realizados ao final do estudo de um capítulo, com materiais adaptados e de fácil obtenção (substituição de béqueres por copos transparentes, por exemplo). Era recorrente também a apresentação de questionário ao final do experimento sendo pouco usual a solicitação de elaboração de gráficos ou resolução de cálculos (PRADO, 2015).

Analisou-se neste trabalho também se a experimentação era associada à história da química, mais especificamente ao trabalho de Lavoisier. Foram encontrados experimentos que faziam menção à lei da conservação das massas e pequenos trechos de sobre a história deste pesquisador, ressaltando fatos anedóticos sobre seu trabalho, deixando claro que há um fosso entre a experimentação e a apresentação da história (internalista ou externalista) que levaram a esses conhecimentos.

No cenário anteriormente exposto, parece ficar a cargo do professor alcançar os três objetivos centrais da experimentação que, segundo Praia *et al.* (2002), são: “a promoção, a aquisição e o desenvolvimento de conhecimentos teóricos”, “o desenvolvimento da aprendizagem sobre a natureza entre a ciência e a sociedade” e “o desenvolvimento de conhecimentos técnicos, éticos, entre outros, sobre a investigação científica e a resolução de problemas”.

Estes objetivos podem ser alcançados se o professor levar em conta alguns aspectos importantes, a saber,

(...) pode-se obter bons resultados de aprendizagem se inicialmente se introduzir atividades de demonstração e verificação simples para que os alunos tomem conhecimento desse tipo de atividade/abordagem e, mais adiante, introduzir atividades que exijam mais dos alunos como as atividades investigativas. (PRADO, 2015, p. 120)

Por outro lado, segundo Axt (1991, p.88), “a maneira como a experimentação é utilizada joga um papel mais importante do que a própria experimentação em si”, para ele, um dos principais empecilhos para se usar atividades experimentais no ensino são a falta de equipamentos para laboratório e falta de tempo hábil para preparação das aulas e, é claro, a falta de formação por parte do professor para trabalhar com esse tipo de atividade.

Para Baritieri (2008), se obtém mais sucesso na aprendizagem quando as aulas experimentais desafiam o aspecto cognitivo, ajudam a fixar e internalizar as ideias e conceitos aprendidos, desde que planejadas com base em questões cotidianas, além de proporcionar maior interação entre os alunos e o professor. Neste mesmo sentido, Laszlo (1995, p.181) salienta que “a

manipulação é para o investigador a face concreta da sua experimentação. É através deste trabalho que ele vai tecendo seu saber. Concebe-se uma experiência não somente para generalizar, mas também para delimitar e circunscrever, encontrar os limites de aplicabilidade, para refutar”.

Infelizmente, a pesquisa de Cavalcanti e Campello (2017) concluiu que, apesar do grande número de procedimentos, os objetivos gerais da experimentação no EM são a comprovação de teorias e a apreensão das técnicas ensinadas em sala de aula, culminando em um ensino dogmático, ultrapassado, a-histórico, descontextualizado e desinteressante para os alunos.

Ainda há equívocos epistemológicos e pedagógicos que consideram a experimentação como um conjunto de conhecimentos prontos, acabados e inquestionáveis. Os roteiros parecem supor que, similar ao que ocorria no início do século XX, os estudantes das disciplinas científicas somente devem aprender conteúdos científicos internalistas e não que reflitam sobre as próprias ciências e suas consequências para os outros domínios da sociedade.

Por outro lado, Moura (2008) afirma que o uso de aulas experimentais como comprovação de teorias pode, na melhor das hipóteses, ajudar o aluno a memorizar termos mecanicamente, e também pode privilegiar aprendizagens mais duradouras, guardando informações e relacionando os conhecimentos propostos pelo professor. Já a experimentação como forma de aprender pela simples observação, não parece viável uma vez que promove a aprendizagem mecânica, sem interações e questionamentos durante a construção do conhecimento.

Diante destes posicionamentos, nos colocamos a pensar sobre os cursos que formam professores: qual(is) é(são) o(s) objetivo(s) e abordagem(s) do uso da experimentação nestes cursos?

Olharemos primeiramente para o curso de Licenciatura em Química de uma universidade pública do interior do estado de São Paulo, que conta com reagentes, materiais, pessoal responsável pela preparação das aulas e professores com currículo competitivo no cenário paulista e, portanto, pertencente a realidade diferente das citadas anteriormente.

Buscando fazer um estudo exploratório, olharemos também para o *Major Undergraduate Chemistry Course* de uma universidade pública do Texas, que de forma similar não enfrenta problemas técnicos ou de pessoal para a formação de professores e têm como possível vantagem o fato de situar-se em um país com maior preocupação com a ciência e a educação e em um estado totalmente independente quanto as leis e organizações curriculares em todos os níveis de ensino.

Sabendo que o professor assume uma ontologia<sup>13</sup> sempre que se posiciona perante os alunos em sala de aula (ARAÚJO NETO, 2012), qual essência ontológica está sendo assumida na Licenciatura em Química e/ou no *Major Undergraduate Chemistry Course* ao fazer as atividades de laboratório? É possível defini-la pela fala dos alunos? E pelas apostilas/materiais usados?

E, principalmente, houve momentos no curso nos quais os licenciandos em formação inicial foram submetidos a atividades que integrassem e proporcionassem discussões de HFQ e a experimentação em diferentes abordagens?

Antes de tentar encontrar a resposta para esses questionamentos, temos ainda que levar em consideração alguns aspectos importantes. A pesquisa de Labarca; Bejarano e Eichler (2013), por exemplo, defende que a Filosofia da Química é um novo recurso para os docentes de química facilitarem a aprendizagem e que se faz necessário usar textos clássicos como os de Kuhn, Popper, Lakatos, Feyerabend, Bachelard para discussões iniciais e gerais da HFC, “o problema reside em considerar que a formação filosófica do professor de química seria contemplada apenas com essas discussões” (Labarca *et al.*, 2013, p. 1264).

O grande desafio é formar professores com aprofundamento e fortalecimento de conhecimentos de assuntos (científicos e suas origens) e conhecimento de conteúdos pedagógicos! Surge, portanto, a questão: O que deve se considerar como pontos importantes para serem discutidos nos programas de formação inicial e continuada de professores de química?

Sabe-se que há necessidade de abordar aspectos particulares da HQ, da FQ e do domínio químico da ciência; assim, alguns autores (LABARCA; BEJARANO e EICHLER, 2013; ERDURAN, 2005; ERDURAN; ADURIZ-BRAVO e MAMLAK NAAMAN, 2006; LEMES e PORTO, 2013; SANTOS *et al.*, 2014) listam como imprescindíveis os seguintes pontos para discussão:

- A natureza das leis químicas e sua relação com leis em outros domínios científicos. A intenção deste tópico seria alertar sobre o reducionismo da química à física e à biologia, explicitar que há um processo de construção interdisciplinar de explicações científicas, em que é enaltecida a capacidade de resolver problemas, criar inovações e ainda de entender quais são os domínios e os objetivos de estudo de cada ciência.

---

13 “A ontologia pode ser entendida como uma análise filosófica sobre o que dizemos que existe. À primeira vista parece algo muito estranho e desnecessário, para quem eu preciso me perguntar sobre a natureza das coisas que existem? Um exame mais cuidadoso pode indicar que assumimos esse tipo de compromisso todos os dias ao elaborarmos enunciados em nossas aulas. Nossas posições frente aos alunos refletem (ou pelo menos deveriam refletir) a forma como pensamos sobre o mundo, seja colocando entidades que lidamos em nossas atividades profissionais em categorias específicas, ou criando novos modos de ser ou de existir para tais entidades. Pode-se dizer que fazemos escolhas ontológicas quando adotamos uma teoria para guiar nossas pesquisas, pois ela oferece uma determinada maneira de compreender como as coisas que estamos estudando existem no mundo.” (ARAÚJO NETO, 2012, p. 722). Completando, ontologia na tradição filosófica é entendida como a análise sobre o ser das coisas/essência das coisas.

- Modelos e as relações micro, submicro e macro na química. Este tópico explicitaria o entendimento de que modelos são representações do pensamento da ciência e não o objeto que representam, salientando que uma concepção teórica sempre está inserida em um contexto epistêmico.
- Aspectos da linguística e de representações pictóricas da química, este tópico teria como objetivo apresentar e discutir sobre as pesquisas atuais do ensino e aprendizagem de sistemas simbólicos da química e o caráter realístico dado atualmente às entidades submicroscópicas da química.
- Aspectos éticos, tópico de grande importância, uma vez que os químicos trabalham em uma variedade de contextos e conseqüentemente são confrontados com uma ampla matriz de problemas éticos. A indústria química está interligada com questões sociais e dá origem a questões complexas relativas à ciência e à sociedade, como por exemplo o uso da nanotecnologia e suas promessas para o futuro.
- Aspectos sobre currículos, entendendo como as teorias do conhecimento funcionam e como podem esclarecer e até mesmo definir metas educacionais. Este tópico, aliado à filosofia da química, pode ajudar a esclarecer problemas e buscar soluções relativas à aprendizagem, desenho de currículo e formação de professores. Para um ensino de química eficaz, futuros professores precisarão ser educados sobre como o conhecimento é estruturado na disciplina que eles estão ensinando.

Para Erduran (2005), Lemes e Porto (2013), dentre outros, a reestruturação do ensino de química deve levar em consideração vários aspectos filosóficos e deve ser iniciada na universidade, onde se formam os professores que lidarão diretamente com a população em geral.

A pesquisa de Erduran e Scerri (2002) sugeriu que o EQ em nível superior é tradicional, em geral trata-se de professores especialistas que transmitem modelos, mas não se atentam para os modelos que utilizam nem propiciam momentos de atividade de modelagem com os alunos. Esse tradicionalismo é transmitido adiante e redundante nas concepções comumente encontradas na maioria da população.

Com base nesse relato e acreditando que

Somente quando os professores estão familiarizados com a forma como o crescimento do conhecimento ocorre na química, eles serão capazes de traduzir o conhecimento químicos em cenários ensináveis onde os aprendizes adquiram deste conhecimento por meio de uma compreensão significativa da química. (ERDURAN, ADURIZ-BRAVO e NAAMAN, 2006, p 12, tradução nossa)

Partimos de nossos questionamentos iniciais e buscamos, por meio da análise de entrevistas, materiais didáticos de práticas de laboratório e do acompanhamento das atividades de

grupos de estudo e pesquisa brasileiros e norte-americanos, entender qual é o papel da experimentação no Ensino de Química no nível superior e quais discussões da filosofia da química sobre experimentação vem sendo feitas e/ou são imprescindíveis nestes cenários.

### **CAPÍTULO 3 APORTES METODOLÓGICOS: A PESQUISA QUALITATIVA E A ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA**

Encontrar uma forma ideal para interpretar os resultados de uma pesquisa pode ser considerado um trabalho utópico uma vez que acreditamos que existam várias formas de análises possíveis.

Segundo Caregnato e Mutti (2006), o importante é que o pesquisador conheça as várias formas e diferenças de análise existentes, somente assim será permitido “uma escolha consciente do referencial teórico-analítico, decorrente do tipo de análise que irá empregar na sua pesquisa, fazendo sua opção com responsabilidade e conhecimento” (CAREGNATO; MUTTI, 2006, p. 648).

Para discutir os dados coletados nesta pesquisa usaremos a análise qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994) e combinada à Análise Textual Discursiva (ATD) (MORAES; GALIAZZI, 2016).

A análise qualitativa usa como fonte direta de dados a descrição do ambiente natural, segundo Bodgan e Biklen (1994), a fala, o texto, a imagem, tudo tem potencial para construir uma pista que nos permita estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do nosso objeto de estudo. São as múltiplas realidades que interessam ao investigador qualitativo; para os autores,

Os investigadores qualitativos em educação estão continuamente a questionar os sujeitos de investigação com o objetivo de perceber aquilo que eles experimentam, o modo como eles interpretam as suas vivências e o modo como eles próprios estruturam o mundo social em que vivem (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 25).

Assim, o objetivo do investigador qualitativo é o de construir compreensões a partir de seus dados e não de dar opiniões sobre determinado contexto, os autores aconselham que os investigadores conduzam suas pesquisas de forma natural, não ameaçadora ou intrusiva, e que entrevistas, por exemplo, sejam conduzidas como conversas para captar aquilo que é verdadeiramente importante do ponto de vista do sujeito.

Neste cenário são princípios éticos relevantes: a proteção da identidade dos sujeitos; o tratamento respeitoso e a cooperação na investigação; a negociação para o estabelecimento dos limites do estudo e a autenticidade do investigador ao escrever os resultados obtidos na pesquisa (BODGAN; BIKLEN, 1994).

É importante salientar que ao longo do livro *Investigação qualitativa em educação*, os autores fazem considerações valiosas sobre a pesquisa qualitativa, apresentado formas de obter acesso ao campo de estudo, fazer a coleta de dados, exemplos de aplicações, codificações e análise de dados coletados, porém eles deixam claro que a investigação qualitativa não proporciona instruções precisas ou uma fórmula definitiva para elaborar o trabalho do início ao fim e que por isso cabe ao investigador fazer adaptações e reelaborações sempre que julgar necessário.

Em virtude da possibilidade de adaptação da pesquisa qualitativa proposta por Bogdan e Biklen (1994), optamos por associá-la a Análise Textual Discursiva (ATD).

A ATD é uma metodologia de análise de informações de natureza qualitativa cuja finalidade centra-se em produzir metatextos, ou seja, novas compreensões sobre discursos a partir de interpretações de caráter hermenêutico.

Para Moraes e Galiuzzi (2016, capa),

A análise textual discursiva consiste não apenas em apropriar-se de uma metodologia de análise para produzir resultados de pesquisas, mas implica simultaneamente transformações do pesquisador, desafiando-o a assumir pressupostos de natureza epistemológica, ontológica e metodológica, com a superação de modelos de ciências deterministas e com valorização dos sujeitos pesquisadores como autores das compreensões emergentes de suas pesquisas (...) ATD, numa abordagem radicalmente qualitativa, evidencia aproximações com a hermenêutica, acionando processos reconstrutivos concretizados na linguagem, importante ferramenta de produção e expressão das compreensões produzidas.

A ATD foi construída a partir da necessidade de abandonar definitivamente a pretensão positivista da unidade de métodos e adotar a capacidade de conjugar o subjetivo e o objetivo na construção de um novo conceito qualitativo de cientificidade (MORAES; GALIAZZI, 2016).

Esta metodologia apropria-se de aspectos da Fenomenologia enquanto uma Filosofia e um método de chegar à compreensão dos fenômenos, a partir da descrição daquilo que se manifesta em si mesmo à consciência de maneira visível.

A Fenomenologia, dessa forma, procura compreender o homem a partir da facticidade. Essa compreensão está necessariamente vinculada à totalidade dos fenômenos e isso faz com que se pronuncie pela não parcialização e não explicação a partir de conceitos prévios, de crenças e de um referencial teórico concebido antes de examinar o fenômeno (...) Tanto o método filosófico quanto como método de investigação, caracteriza-se como um esforço de retorno a experiência original, à vida, ao mundo da experiência, ao mundo irrefletido, como base da construção do conhecimento (...) considerando que se baseia na percepção dos fenômenos pela consciência humana, a Fenomenologia fundamenta sua investigação essencialmente na linguagem (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 23-24).

Posto que é pela linguagem que o homem manifesta seu mundo vivido, a ATD fixa suas raízes na Fenomenologia mas não se limita a um filósofo, Moraes e Galiuzzi (2016) admitem que apropriaram-se das ideias de Husserl, Merleau-Ponty, Giorgi, Sartre, Heidegger, Stein e Luijpen<sup>14</sup>

14 Segundo os autores os livros/artigos citados foram:

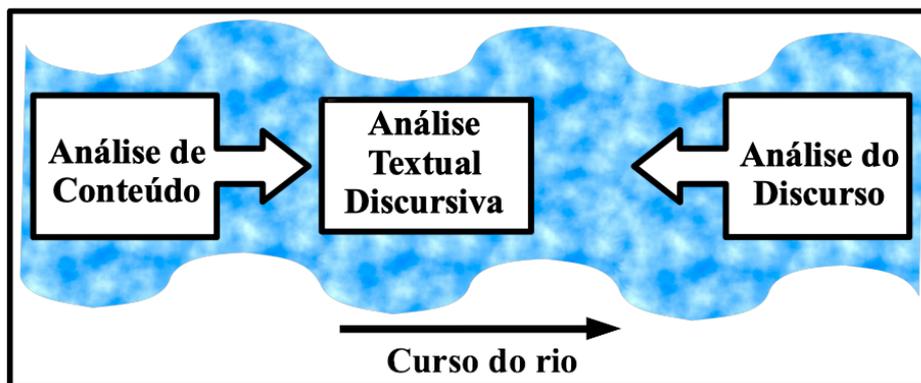
GIORGI, A. et al. *Duquesne studies in phenomenological Psychology*. Pittsburg: Duquesne University Press: Humanites Press, 1973, p.6-29.  
 GIORGI, A. *Phenomenology and psychological research*. Pittsburg: Duquesne University Press, 1985, 216p.  
 HEIDEGGER, M. *Introdução à metafísica*. Rio de Janeiro: Edições Tempo Brasileiro, 1987, 229p.  
 HUSSERL, E. *A filosofia como ciência de rigor*. Coimbra, 1965.  
 HUSSERL, E. *L'idée de la Phénoménologie*. Paris: Presses Universitaires de France, 1970.  
 HUSSERL, E. *Meditações Cartesianas: introdução a Fenomenologia*. Porto Alegre: RES, 1987, 240p.  
 LUIJPEN, W. *Introdução à fenomenologia existencial*. São Paulo: EPU, 1973, 400p.  
 MERLEAU-PONTY, M. *Fenomenologia de la percepción*. Barcelona: Península, 1975, 469p.  
 MERLEAU-PONTY, M. *O visível e o invisível*. São Paulo: Perspectiva, 1984, 271p.  
 SARTRE, J. *Questão de método*. São Paulo: Difusão Europeia do Livro, 1972, 140p.  
 SARTRE, J. *Crítica de la razón dialéctica*. Buenos Aires: Losada, 1979, 493p.

assumindo que “fazer uma pesquisa numa abordagem fenomenológica consiste em delinear o caminho durante a caminhada, em saber conviver com a insegurança de uma pesquisa aberta para modificações no próprio curso de sua realização” (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 30) e que “foi necessário construir o próprio método, o próprio caminho, o que foi feito em sucessivas aproximações, redirecionando-se o caminho à medida que se avançava” (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 32).

A ATD não se compara à Análise do Discurso (AD) ou a Análise de Conteúdo (AC). Moraes e Galiazzi (2016), argumentam que as três metodologias<sup>15</sup> se encontram num único domínio: a análise textual.

Para exemplificar esse argumento os autores comparam a análise textual ao curso de um rio. Contra a correnteza encontra-se a AD, a favor da correnteza a AC e no meio do rio com maior profundidade a ATD, como na figura a seguir.

Figura 1: Analogia curso de um rio e análise textual



Fonte: Adaptado de Moraes e Galiazzi, 2016, p. 163.

A ATD localiza-se entre a AD e AC, por vezes mais próxima da AC, ela

(...) tende principalmente para a construção ou reconstrução teórica numa visão hermenêutica, de reconstrução de significados a partir das perspectivas de uma diversidade de sujeitos envolvidos nas pesquisas. Ainda que podendo assumir teorias *a priori*, visa muito mais a produzir teorias no processo da pesquisa. Mais do que navegar a favor ou contra a correnteza, visa explorar a profundidade do rio (MORAES, GALIAZZI, 2016, p. 167).

A Análise Textual Discursiva, com sua perspectiva fundamentada na hermenêutica, inicia seus esforços de construção de compressão a partir dos sentidos mais imediatos e simples dos fenômenos que pesquisa. Assume, porém, um desafio permanente de produzir sentidos mais distantes, complexos e aprofundados. Nisso não entende propriamente estar procurando sentidos ocultos, mas pretende envolver-se em movimentos de constante reconstrução dos significados e dos discursos que investiga. Mais do que expressar

STEIN, E. *A questão do método em fenomenologia: um estudo do modelo heideggeriano*. Porto Alegre: Movimento, 1983, 155p.

STEIN, E. *Seis estudos sobre ser e tempo*. Petrópolis: Vozes, 1988, 132p.

15 Assim como Moraes e Galiazzi (2016) neste trabalho consideramos AD, AC e ATD como metodologias não as entendendo como conjunto de procedimentos rígidos, mas como conjunto de possíveis técnicas e procedimentos cujas orientações, abertas, podem ser reconstruídas em cada trabalho.

realidades já existentes, a ATD tenciona inserir-se em movimentos de produção e reconstrução das realidades, combinando em seus exercícios de pesquisa a hermenêutica e a dialética (MORAES, GALIAZZI, 2016, p. 171).

Desta forma, pode-se dizer que a Análise Textual Discursiva é organizada em quatro focos: *desmontagem dos textos; estabelecimento de relações; captação do novo emergente e um processo auto-organizado.*

Os três primeiros são elementos principais da organização e o último trata do fechamento da análise no qual emergem as compreensões, segundo os autores este processo como um todo pode ser comparado a uma tempestade de luz, nas quais “formam-se flashes fugazes de raios de luz sobre os fenômenos investigados, que, por meio de um esforço de comunicação intenso possibilitam expressar as compreensões alcançadas ao longo da análise” (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 35).

Buscando apresentar didaticamente o foco, as etapas e os objetivos da ATD construímos o quadro 4 a seguir, a partir do texto de Moraes e Galiazzi (2016).

**Quadro 4. O processo de unitarização de informações como encaminhamento de uma leitura aprofundada e compreensiva da ATD.**

<b>Foco</b>	<b>Etapas</b>	<b>Descrição/Objetivo</b>
Desmontagem de textos  (Processo de separação, isolamento e fragmentação das unidades de significado)	Leitura e significação	Estabelecer a partir da leitura mais direta do sentido manifesto ou pela leitura mais aprofundada do sentido latente, uma relação entre sentidos e significados. A ATD parte de um conjunto de pressupostos em relação à leitura dos textos examinados, os materiais analisados constituem um conjunto de significantes e o pesquisador deve atribuir a eles significados a partir de seus conhecimentos, intenções e teorias. Assume-se portanto que toda leitura é uma interpretação e que não existe uma leitura única e objetiva.
	<i>Corpus</i>	É o conjunto de materiais (entrevistas, imagens, expressões linguísticas, atas, jornais, publicações de natureza variada) que serão analisados na pesquisa.
	Desconstrução e unitarização	O pesquisador deve selecionar um conjunto capaz de produzir resultados válidos e representativos em relação aos fenômenos investigados. É o próprio pesquisador quem decide em que medida fragmentará seus textos para a constituição das unidades de análise. As unidades de análise são sempre identificadas em função de um sentido pertinente aos propósitos da pesquisa.
	Envolvimento e impregnação	Fazer uma análise rigorosa constitui um exercício de ir além de uma leitura superficial, possibilitando construção de teorias a partir de um conjunto de informações sobre determinados fenômenos, para isso é esperado que o pesquisador submeta seu <i>corpus</i> a um processo de desorganização e desconstrução antes que se possa atingir novas compreensões, para isso o envolvimento e a impregnação são indispensáveis.
Estabelecimento de relações  (Processo de estabelecer relações, reunir semelhantes e construir categorias)	Processo de categorização	Processo de comparação constante entre as unidades definidas no momento inicial da análise, levando agrupamentos de elementos semelhantes. Há diferentes métodos de obtenção das categorias, cabe ao pesquisador escolher inicialmente se elas serão construídas a partir do: método dedutivo ( <i>a priori</i> ), método indutivo ( <i>emergentes</i> ) ou método intuitivo ( <i>insight/aprendizagens auto-organizadas</i> ).
	Propriedades das categorias	As categorias de análise necessitam ser válidas, pertinentes e construídas a partir de um mesmo princípio (homogêneas), ou seja, devem ser capazes de propiciar uma nova compreensão sobre os fenômenos pesquisados.
	Categorização e teorias	As categorias são particulares e requerem um esforço construtivo intenso e rigoroso por parte do pesquisador para estabelecer relações entre os elementos que as compõe, produzir subcategorias, assim como construir relações entre as várias categorias emergentes da análise. Nesta etapa o autor necessita assumir a função de autor de seus próprios argumentos.
	Produção de argumentos em torno das categorias	Uma vez que as categorias estão definidas inicia-se um processo de explicitação de relações entre elas no sentido da construção da estrutura de um metatexto. O pesquisador deve iniciar a costura das diferentes categorias entre si para elaborar a expressão do todos por meio de argumentos

<p>Captação de novo emergente</p> <p>(Produção de novas compreensões)</p>	<p>Construção de metatextos e sua estrutura textual</p>	<p>Assume-se que chegar a argumentos novos e originais não é apenas um exercício de síntese, mas um momento de inspiração e intuição resultante da impregnação intensa do pesquisador com o fenômeno investigado por este motivo a construção de metatextos deve ser feita de maneira a explicitar ao máximo o trabalho realizado ao leitor.</p>
	<p>Descrição e interpretação</p>	<p>No contexto da ATD, descrever é apresentar as categorias e subcategorias, fundamentando e validando essas descrições a partir de interlocuções empíricas ou ancoragem de argumentos em informações retiradas dos textos. Uma descrição densa, recheada de citações dos textos analisados, sempre selecionadas com critério e perspicácia, é capaz de dar aos leitores uma imagem fiel dos fenômenos que descreve. Neste cenário, interpretar é construir novos sentidos e compreensões exercitando a confrontação com teorias já existentes procurando ampliar a compreensão dos fenômenos que investiga estabelecendo pontos entre os dados empíricos e as teorias de base.</p>
	<p>Produção textual, compreensão e teorização</p>	<p>Trata-se de um movimento espiralado sempre inacabado de procura de mais sentidos, de aprofundamento gradativo na compreensão dos fenômenos e ampliação de teorias já existentes.</p>
	<p>Construção da validade</p>	<p>Todo metatexto mais do que apresentar categorias construídas na análise deve constituir-se a partir de algo importante que o pesquisador tem a dizer sobre o fenômeno que investiga. Todo texto necessita ter algo importante a dizer e defender e deve expressar com o máximo de clareza e rigor seus objetivos.</p>
<p>Auto-organização</p> <p>(Comunicação e validação das produções escritas)</p>	<p>A desconstrução</p>	<p>Movimento consciente para o caos, ato de desfazer amarras anteriormente estabelecidas em conceitos e categorias referentes aos fenômenos estudados. Desestruturando ideias existentes, jogando o material para o inconsciente.</p>
	<p>A emergência do novo</p>	<p>Esforço consciente e racionalizado para explicitação das categorias e das relações entre elas, se incluem neste a etapa a construção de argumentos aglutinadores de cada categoria, assim como um todo.</p>
	<p>Comunicando as compreensões emergentes</p>	<p>Exercício de explicitação das novas estruturas emergentes da análise, o desafio é tornar compreensível o que antes não o era, este movimento é um processo reiterativo de construção ou seja poderão ser produzidas várias versões, sendo cada uma delas submetida a leitores críticos para seu aperfeiçoamento.</p>

Fonte: Adaptado de Roque e Galiazzi, 2016, p. 33-68.

Após apresentarem as operações previstas pelo método da ATD, Moraes e Galiazzi (2016, p. 68) afirmam que “a qualidade e originalidade das produções resultantes se dão em função da intensidade de envolvimento nos materiais da análise dependendo ainda dos pressupostos teóricos e epistemológicos que o pesquisador assume ao longo de seu trabalho”, mais do que organizar o material coletado, a ATD promove compreensões no processo analítico, atingindo-se ordens e novos conhecimentos em meio ao caos e a desordem.

Esta pesquisa em particular foi construída a partir de documentos e transcrições de reuniões realizadas em grupos de estudo e entrevista com participantes, assim unitarizamos e categorizamos o material segundo nossas necessidades de discussão.

Para Moraes e Galiazzi (2016), o processo de unitarização pode ter três domínios principais para orientar a desconstrução dos textos, a saber: os critérios léxicos e a operação no domínio dos vocábulos baseado no recorte no domínio das palavras; os critérios sintáticos que definem as unidades com base na ordem e disposição das frases operando tal como o anterior no âmbito dos significantes, e os critérios semânticos que fundamentam a unitarização no significado, no estudo da significação das palavras e das frases direcionando aos temas e aos significados que os textos possibilitam construir. Para estes autores,

A Análise Textual Discursiva pode operar com combinações destes critérios. Para fins desta discussão, entretanto, mesmo que na análise se integrem outros critérios, o foco será sempre semântico ou temático. As análises temáticas propostas trabalham no domínio das conexões entre o nível sintático e seus referentes semânticos (...). Na análise temática procura-se elaborar núcleos de sentido, proposições que conduzem a significados, tendo em vista a compreensão de determinados fenômenos. Assumindo que as palavras isoladamente têm pouco sentido, a análise temática opera com recortes de ideias e enunciados, atuando assim em plano semântico (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 81-82).

Optando por uma análise temática, o pesquisador deve considerar também a profundidade de suas leituras e seus níveis de interpretação, segundo os autores há dois níveis de leitura e interpretação: a leitura do latente (ir além das transcrições) e a leitura do manifesto (imediata).

“Além das opções que faz em termos dos sentido manifestos e latentes, no processo de unitarização o pesquisador também precisa definir-se em termos se suas opções referentes a direcionar seu exame a elementos quantitativos ou qualitativos “ (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 85). Se o pesquisador opta por uma abordagem quantitativa, pressupõem-se a valorização da objetividade, da precisão e da neutralidade, já em uma abordagem qualitativa valoriza-se a subjetividade e complexidade.

O processo de unitarização ainda pode ser examinado à luz de dois modos de pensamento a indução e dedução,

O processo dedutivo é aquele que vai das teorias às informações (...) no recorte, dentro desse processo, as unidades se originam na aplicação da teoria ao “corpus” (...) o pesquisador volta às teorias, anteriormente explicitadas, com a finalidade de que estas o ajudem a apontar onde deve realizar seus recortes dentro do texto (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 87).

Já o método indutivo faz o caminho inverso, as unidades se originam a partir das informações e exige esforço prospectivo permanente, “neste caso é importante a intuição do pesquisador, saber libertar-se de construções e teorias já existentes, sempre no sentido de construir novas formas de estruturar elementos do fenômeno sob investigação” (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 87).

Os autores ainda admitem que as pesquisas são particulares e por isso há a possibilidade de combinar os processos indutivos e dedutivos de forma que a natureza do fenômeno e dos materiais textuais em análise indicarão qual o melhor caminho para ser seguido em cada análise. Portanto, cabe exclusivamente ao pesquisador definir suas unidades de significado considerando sempre a pertinência e a adequação delas em relação ao fenômeno investigado.

Diante destas definições neste trabalho fizemos a unitarização de nossos dados a partir de uma abordagem qualitativa. Por integramos na pesquisa dois tipos de materiais, optamos por fazer uma leitura manifesta dos documentos e apostilas de laboratório e uma leitura e interpretação mais aprofundada do tipo latente das transcrições de reuniões e entrevistas.

Adotando esta mesma dinâmica, combinamos a impregnação à processos indutivos e dedutivos para a seleção de unidades de significado e formação de categorias de análise. Assim como Moraes e Galiazzi (2016), assumimos que a construção do corpus e sua análise constitui-se em um processo em espiral,

Nisso se inclui a unitarização, também de caráter cíclico, de retomada periódica dos mesmos elementos, em um contínuo refinamento. A reflexão constante sobre o processo e os resultados parciais atingidos possibilitam um constante aperfeiçoamento e esclarecimento tanto do processo como dos produtos. A Análise Textual Discursiva, não é movimento linear e continuado; é antes um movimento em espiral em que, a cada avanço, se exigem retornos reflexivos e de aperfeiçoamento do já feito, movimento reiterativo capaz de possibilitar cada vez maior clareza e validade dos produtos (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 93).

Neste mesmo sentido caminha o processo de construção das categorias de análise, a categorização deve ser dada em um processo de encadeamento sequenciado de processos analíticos, que possibilitam o aperfeiçoamento gradativo de agrupamentos aprofundando constantemente a compreensão dos fenômenos investigados.

Como se poderá ver nos capítulos 6 a 8 deste trabalho, a compreensão do papel da experimentação e as discussões pertinentes da filosofia da química foram construídas no cenário brasileiro ao longo dos encontros do grupo de estudo, adicionando peças a um mosaico, cuja montagem se iniciou com a análise de documentos (cap. 5) e finaliza a partir da análise das impressões, experiências e do mundo vivido dos alunos do curso em laboratórios didáticos de química. No cenário norte-americano, o processo se deu a partir da análise de documentos oficiais e entrevistas com os participantes.

Optamos, portanto, em usar um método misto de construção de categorias, já que ao selecionar os textos para estudo e discussão nos encontros do GEHFC deixávamos subentendidas categorias de análise *a priori*, derivadas de nosso referencial teórico, porém ao longo da análise dos dados nos deparamos com a necessidade de criação de subcategorias emergentes.

Para os autores,

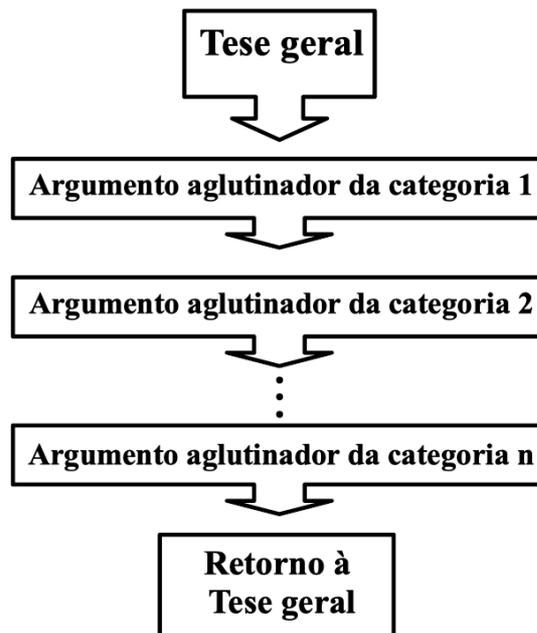
Não há sentidos objetivos, mas estes necessitam ser reconstruídos numa interação do leitor com autor ou autores dos textos. A análise precisa lidar tanto com a polissemia dos textos como com a sua polifonia, ou seja, com os múltiplos sentidos que possibilitam construir e com as vozes múltiplas que implicam (...) Por essa razão, a análise textual discursiva, ao pretender superar modelos de pesquisas positivistas, aproxima-se da hermenêutica. Assume pressupostos da fenomenologia, de valorização de perspectiva do outro, sempre no sentido da busca de múltiplas compreensões dos fenômenos (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 101-102).

As pesquisas, especialmente no momento da produção escrita, necessitam movimentar-se entre os objetivos teóricos e os suportes empíricos, e precisam dominar descrição com interpretação, desafiando-se a superar teorias existentes no sentido de atingir novas compreensões dos fenômenos sob investigações. Nesse mesmo movimento podem, também, propor-se a transformar práticas existentes. ((MORAES; GALIAZZI, 2016, p.125)

A formulação de uma nova compreensão do fenômeno investigado se dá por meio da produção de um metatexto; a estrutura de um metatexto também exige a produção de um conjunto de argumentos aglutinadores, organizados em torno de uma tese geral baseados na descrição e na interpretação, esta última imprescindível para mostrar novas compreensões atingidas dentro da pesquisa.

Para Moraes e Galiazzi (2016, p. 145) o esquema a seguir representa a estruturado de um texto em torno de argumentos aglutinadores.

Figura 2: Esquema de estruturação de um texto em torno de argumentos aglutinadores.



Fonte: Adaptado de Moraes e Galiazzi, 2016, p. 145.

As novas compreensões que surgem da pesquisa devem expressar as construções e convicções do autor sobre o fenômeno que investiga, assim,

Não tem sentido pretender apresentar apenas as ideias de outros, sejam sujeitos empíricos ou interlocutores teóricos, mesmo que essas vozes devam ser valorizadas no sentido de validação das próprias produções. Um bom texto precisa expor as convicções e teses de seu autor. Mesmo que os argumentos propostos não sejam inteiramente seus, o pesquisador, ao assumir-se autor do que produz, e mostra-se capaz de expressar opinião própria e apto a intervir nos discursos em que se envolve (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 157).

Em suma, ATD assume os pressupostos ontológicos, epistemológicos e políticos do autor e dos participantes, integrando o comunicar com o aprender e o transformar, entendendo o autor como um sujeito histórico capaz de intervir nos discursos a fim de reconstruí-los a partir de sua escrita.

Nosso *corpus* e análises serão apresentados em ordem cronológica de acontecimentos da pesquisa, assim o cenário I (cap. 4, 5 e 6) apresentará os dados e análises da pesquisa feita no Brasil e o cenário II (cap. 7 e 8) apresentará os dados e análises da pesquisa feita nos Estados Unidos.

## CENÁRIO I

### CAPÍTULO 4 CARACTERIZAÇÃO DO CURSO E DOS PARTICIPANTES BRASILEIROS DA PESQUISA.

#### 4.1 Apontamentos sobre o curso de Licenciatura em Química estudado

Os dados apresentados a seguir foram retirados de documentos públicos disponíveis nas páginas dos cursos disponíveis em acesso aberto em *websites*<sup>16</sup> ou gentilmente cedidos pelos professores do curso. Os comentários adicionais, análises e opiniões aqui expressas são unicamente da autora deste trabalho e não refletem necessariamente as opiniões de seus idealizadores.

A fim de atender as deliberações CEE 111/2012, CEE 126/2014 (atualizada posteriormente para CEE 154/2017) e a resolução CNE 2/2015, o curso de Licenciatura em Química passou, em 2016, por uma reestruturação curricular cujo objetivo foi o de alcançar uma sólida formação profissional para os licenciandos, com base em uma intensa relação entre teoria e prática de forma organizada e fundamentada.

Segundo o Projeto Político Pedagógico (PPP) vigente no momento, a missão do curso é “formar profissionais aptos para se inserir no mercado de trabalho tendo uma participação ativa no desenvolvimento da sociedade, particularmente nas decisões que envolvem o conhecimento químico e a geração de diferentes tecnologias possibilitadas pelo controle de reações de maneira geral” (PPP, 2016 p.12).

Neste âmbito, é esperado que os graduandos estejam constantemente em contato com atitudes de investigação, para que possam desenvolver ao longo do curso uma formação ampla, flexível e adaptar-se a diferentes perspectivas de atuação posteriormente, em sua vida profissional. Para dar conta destes objetivos, o curso foi estruturado segundo quatro eixos norteadores, conforme abaixo.

O eixo 1, “Formação de conhecimentos básicos da Química e Ciências afins”, tem como objetivo proporcionar o equilíbrio entre atividades teóricas e práticas, com o objetivo de contribuir para o desenvolvimento crítico e reflexivo dos licenciandos.

O eixo 2, “Formação de conhecimentos didáticos pedagógicos do professor de química”, busca apresentar as teorias por trás do exercício da docência, bem como as transposições didáticas dos conteúdos de química.

---

16 Website consultado: <https://www.fc.unesp.br/#!/departamentos/quimica/>

O eixo 3, “Ciência, Tecnologia e Sociedade e desenvolvimento humano”, estimula o licenciando a observar fenômenos com um senso crítico, além dos presentes no dia a dia da sociedade, evidenciando seus impactos no ensino da sala de aula.

Neste cenário, a “Metodologia e Prática de Ensino de Química” integra o eixo 4, articulador do curso e responsável por estabelecer condições para que ocorra a inserção gradativa do licenciando nos espaços educativos e na pesquisa em ensino.

Levando em consideração os eixos norteadores, os 40 alunos admitidos no início do ano letivo, terão sua grade curricular semelhante durante o primeiro ano e, a partir do segundo ano, devem fazer suas aplicações para seguir no curso de Bacharelado ou Licenciatura (sendo possível o reingresso em ambos os cursos).

Com o passar o tempo, há a redução das disciplinas de Núcleo Comum (NC) e aumento das disciplinas específicas do curso escolhido pelos alunos; para o curso de Licenciatura, os Estágios Supervisionados de Ensino iniciam-se no terceiro ano, por exemplo. A tabela 1, a seguir, apresenta a carga horária do curso de Licenciatura.

**Tabela 1: Carga horária do curso de Licenciatura em Química**

<b>Composição do Curso</b>	<b>Horas</b>
Disciplinas Obrigatórias	2730
Disciplinas Optativas	30
Estágio Supervisionado	405
Atividades Complementares + Trabalho de Conclusão de Curso	210
<b>Total</b>	<b>3375</b>

Fonte: Autoria própria

É importante destacar que todas as disciplinas possuem parte de sua carga horária destinada exclusivamente a “Práticas de Componente Curricular” (PCC), ou seja, o docente responsável pela disciplina deve propor estratégias para problematização e teorização de questões do EQ; o estudo de problemas do espaço escolar, a integração da pesquisa científica ao EQ e a articulação do EQ a perspectivas interdisciplinares.

No que tange ao uso da experimentação, foco de nossa pesquisa, são previstas como obrigatórias 660 horas para as disciplinas de laboratório, sendo 60 destas oferecidas pelo Departamento de Física.

Como forma de ambientar a pesquisa, fizemos um levantamento sobre os materiais de laboratório usados no curso, buscando encontrar neles reflexos das respostas dos alunos sobre nossa questão de pesquisa.

Este levantamento está sistematizado na tabela 2, cujas fontes de informações documentais (apostilas, relatórios e cópias de livros), foram gentilmente cedidas pelos professores das disciplinas de laboratório e por alguns alunos do curso por correio eletrônico.

Tabela 2: Grade Curricular de Laboratórios oferecidos pelo Curso de Licenciatura em Química.

nº	Nome da disciplina	Ano/ Semestre	Carga Horária	Material utilizado/Principais referências utilizadas <sup>17</sup>
1	Laboratório de Química Geral I	1º/1º	60	Apostila de roteiros. Os autores não fazem referência ao material que deu origem à apostila.
2	Laboratório de Química Geral II	1º/2º	60	Roteiros individuais. Bibliografia citada: CONSTANTINO, M. G.; DONATE, P. M.; SILVA, V. J. <b>Fundamentos da Química Experimental</b> . São Paulo: Editora EDUSP, 2ª edição, 2011. ARAÚJO, M.B.C.; AMARAL, S.T.; <b>Química geral experimental</b> . Porto Alegre: Ed.UFRS; 2012. SILVA, R.R.; BOCCHI, N.; ROCHA-FILHO, R.C.; MACHADO, P.F.L.; <b>Introdução à Química experimental</b> . São Paulo: Edufscar; 2014.
3	Laboratório de Física I	1º/2º	30	Roteiros individuais. (não disponibilizados para consulta)
4	Laboratório de Química Inorgânica I	2º/3º	60	Roteiros individuais. Livros referenciados: SHRIVER, D. F.; ATKINS, P. W. <b>Química Inorgânica</b> . 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2011 LEE, J. D. <b>Química inorgânica não tão concisa</b> . 5.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.
5	Laboratório de Física II	2º/3º	30	Roteiros individuais. (não disponibilizados para consulta)
6	Laboratório de Físico Química I	2º/4º	60	Roteiros individuais. Livros referenciados: BUENO, W. A.; DEGRÈVE, L. <b>Manual de Laboratório de Físico Química</b> . São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1980. RANGEL, R. N. <b>Práticas de Físico-Química</b> . São Paulo: Blucher, 2006. MIRANDA-PINTO, C. O. B.; SOUZA, W. <b>Manual de trabalhos práticos de Físico-Química</b> . Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006.
7	Laboratório de Química Orgânica I	3º/5º	60	Apostila de roteiros. Livros referenciados: PAVIA, D. L.; LAMPMAN, G. M., KRIZ, G. S.; ENGEL, R. G. <b>Química orgânica experimental: técnicas de pequena escala</b> . 2ª ed., São Paulo: Bookman, 2009. GONÇALVES, D.; WAL, E.; ALMEIDA, R. P. <b>Química Orgânica e Experimental</b> . Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 1988.

<sup>17</sup> As referências foram retiradas dos materiais cedidos pelos docentes das disciplinas. Outras referências podem ser consultadas nas ementas das disciplinas contidas no PPP do Curso de Licenciatura em Química, disponível para acesso livre no *website*: <https://www.fc.unesp.br/#!/departamentos/quimica/coordenacao-de-curso/projeto-politico-pedagogico/>

8	Laboratório de Físico Química II	3º/5º	60	<p>Projetos investigativos.</p> <p>Livros referenciados:            BUENO, W. A.; DEGRÈVE, L. <b>Manual de Laboratório de Físico Química</b>. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1980.            RANGEL, R. N. <b>Práticas de Físico-Química</b>. São Paulo: Blucher, 2006.            MIRANDA-PINTO, C. O. B.; SOUZA, W. <b>Manual de trabalhos práticos de Físico-Química</b>. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006.</p>
9	Laboratório de Química Orgânica II	3º/6º	60	<p>Apostila de roteiros.</p> <p>Livros referenciados:            PAVIA, D. L.; LAMPMAN, G. M., KRIZ, G. S.; ENGEL, R. G. <b>Química orgânica experimental: técnicas de pequena escala</b>. 2 ed., São Paulo: Bookman, 2009.            GONÇALVES, D.; WAL, E.; ALMEIDA, R. P. <b>Química Orgânica e Experimental</b>. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 1988.</p>
10	Laboratório de Química Analítica Qualitativa	3º/6º	60	<p>Apostila de roteiros.</p> <p>Livros referenciados:            BARD, A. J. <b>Equilíbrio Químico</b>. Ed. Castillo S.A., Madri, 1970.            VOGEL, A. I. <b>Química Analítica Qualitativa</b>, 5a ed, Gimeno, Ed. Mestre Jou, São Paulo, 1981.            BACCAN, N.; GODINHO, O. E. S.; ALEIXO, L. M.; STEIN, E. <b>Introdução à Semimicroanálise Qualitativa</b>, Ed. UNICAMP, Campinas, 1995.            ALEXÉEV, V. <b>Semimicroanálise Químico Cualitativo</b>, Mir Publishers, 1975.            WISMER, R. K. <b>Qualitative Analysis With Ionic Equilibrium</b>, 1a ed., Macmillan, New York, 1991.</p>
11	Laboratório de Química Analítica Quantitativa	4º/7º	60	<p>Roteiros individuais.</p> <p>Livro referenciados:            HARRIS, D. C., <b>Análise Química Quantitativa</b>, 6ª ed., Rio de Janeiro: Editora LTC, 2005.  <b>Official Methods of Analysis of AOAC International, 17st Edition 2015</b>.</p>
12	Laboratório de Bioquímica	5º/9º	60	<p>Apostila de roteiros</p> <p>Os autores não fazem referência ao material que deu origem a apostila.</p>
Total			660 horas	

Fonte: Autoria própria.

Como se pode ver, com exceção de um, todos os professores fazem o uso de roteiros de experimentos; alguns optam por entregar no início do semestre uma apostila em formato digital com todos os experimentos que serão utilizados na disciplina, enquanto outros entregam dia a dia os roteiros que serão utilizados em aula.

É importante salientar ainda que os professores fazem referência à livros em todos os roteiros, deixando claro que alguns roteiros são cópias de experimentos contidos em livros e outros foram adaptados segundo as necessidades e limitações do laboratório didático e do tempo para a realização das aulas.

Os excertos a seguir exemplificam e ilustram os métodos adotados no trabalho experimental.

**Excerto 1:** Trecho de experimento retirado de apostila de Laboratório de Química Geral I

#### **Aula 5 – Preparação e padronização de soluções e titulometria de neutralização**

### **3. Experimental**

#### **Parte 1 – Preparação das soluções**

- 1) Calcular a massa de hidróxido de sódio necessária para preparar 250 mL de uma solução aquosa de concentração próxima a  $0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ;
- 2) Pesar essa massa em um béquer, dissolvê-la em cerca de 50 mL de água destilada, transferir essa solução para um balão volumétrico de 250 mL, completar o volume do balão, homogeneizar a mistura e armazenar a solução em um frasco plástico identificado;
- 3) Calcular o volume de ácido clorídrico concentrado necessário para preparar 250 mL de solução  $0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ;
- 4) Pipetar esse volume com uma pipeta graduada, transferi-lo para um balão volumétrico de 250 mL, completar o volume com água destilada, homogeneizar a mistura e transferi-la para outro frasco devidamente identificado;

#### **Parte 2 – Padronização das soluções**

- 1) Encher uma bureta de 10 mL com a solução de hidróxido de sódio preparada anteriormente (caso a bureta ou o béquer que será usado para transferir essa solução não estejam totalmente secos, será necessário ambientá-los);
- 2) Calcular a massa de hidrogenoftalato de potássio necessária para neutralizar 8 mL desta solução (80% do volume da bureta);
- 3) Pesar, em balança analítica, 3 massas de hidrogenoftalato de potássio, sendo cada uma em um erlenmeyer de 125 mL identificado, e adicionar a cada um deles, cerca de 20 mL de água destilada e 3 gotas de solução etanólica de fenolftaleína;
- 4) Realizar a titulação em triplicata, adicionando lentamente a solução da bureta ao erlenmeyer (uma mão controla a vazão da bureta e a outra agita o frasco) e calcular o valor da concentração exata da solução de hidróxido de sódio (registrar-la no frasco);
- 5) Com a solução de hidróxido de sódio já padronizada, determinar a concentração da solução de ácido clorídrico titulando 3 alíquotas de 5 mL (usar azul de bromotimol como indicador).

#### **Parte 3 – Determinação da concentração da solução de ácido sulfúrico**

- 1) Encher uma bureta de 10 mL com a solução de hidróxido de sódio padronizada;
- 2) Pipetar exatamente 5 mL da solução de ácido sulfúrico de concentração desconhecida (em torno de  $0,08 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ), transferir para um erlenmeyer de 125 mL, adicionar cerca de 20 mL de água destilada e 3 gotas de solução de azul de bromotimol;
- 3) Efetuar a titulação em triplicata e calcular a concentração de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  na solução.

**Excerto 2:** Experimento utilizado no Laboratório de Química Analítica Qualitativa

## SEPARAÇÃO DOS CATIONS FERRO, MANGANÊS, ALUMÍNIO, CRÔMIO, ZINCO, NÍQUEL E COBALTO (Grupo III)

### Método de Separação do Grupo III

Em um béquer de 50 ml, adiciona-se 10 gotas dos nitratos dos cátions do grupo.

Aquece-se a mistura à ebulição e adiciona-se, primeiramente  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , e depois  $\text{NH}_4\text{OH}$  até o meio ficar alcalino. Centrifuga-se e lava-se a mistura de precipitados com solução a quente de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  a 1%. Centrifuga-se.

O sobrenadante contém os cátions  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  e  $\text{Zn}^{2+}$  na forma de complexos solúveis e parte do  $\text{Mn}^{2+}$ . O precipitado contém os hidróxidos de  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$  e  $\text{Mn}^{2+}$ .

Separação do Ferro, Alumínio, Cromo e Manganês

Transfere-se o precipitado para um tubo de ensaio com o auxílio de solução de  $\text{NaOH}$ ; adiciona-se cerca de 1 ml de  $\text{H}_2\text{O}_2$  e aquece-se a ebulição por 5 minutos. Centrifuga-se e lava-se o precipitado com água destilada quente. No precipitado que pode conter  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  e  $\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  identifica-se o ferro e o manganês diretamente sem separação. No sobrenadante que pode conter  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$  e  $\text{CrO}_4^{2-}$ , adiciona-se  $\text{HCl}$  diluído, trata-se com excesso de hidróxido de amônio e aquece-se a ebulição centrifugando em seguida. No sobrenadante testa-se a presença de crômio pela adição de  $\text{BaCl}_2$  em meio tamponado e no precipitado identifica-se  $\text{Al}^{3+}$ .

**Excerto 3:** Trecho de experimento retirado de apostila de Laboratório de Química Orgânica I

### AULA - 05: DESTILAÇÃO POR ARRASTE DE VAPOR - EXTRAÇÃO DO ÓLEO DE CRAVO E CANELA

#### 5.2. Extração do cinamaldeído

Monte a aparelhagem para destilação conforme a figura 3, usando um balão de 250 mL. O frasco coletor (125 mL) pode ser um erlenmeyer; a fonte de calor pode ser uma manta elétrica ou um bico de Bunsen.

Coloque 10 g de pedaços de canela num balão de três bocas e adicione 150 mL de água.

Inicie o aquecimento de modo a ter uma velocidade lenta, mas constante, de destilação. Durante a destilação continue a adicionar água através do funil de separação, numa velocidade que mantenha o nível original de água no frasco de destilação. Continue a destilação até coletar 100 mL do destilado. Tire a água do funil de separação e coloque o destilado nele. Extraia o destilado com 4 porções de cloreto de metileno (10 mL). Separe as camadas e despreze a fase aquosa. Seque a fase orgânica com sulfato de sódio anidro. Filtre a mistura em papel pregueado (diretamente em um balão de fundo redondo previamente tarado), lave com uma pequena porção de  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  e em seguida retire o solvente no evaporador rotativo.

Opcionalmente, após a filtração concentre a mistura (utilizando um banho de vapor na capela), transfira o líquido restante para um tubo de ensaio previamente tarado e concentre o conteúdo novamente por evaporação em banho-maria até que somente um resíduo oleoso permaneça. Seque o tubo de ensaio e pese. Calcule a porcentagem de extração de cinamaldeído, baseado na quantidade original de canela usada.

Um dos docentes optou por encaminhar sua forma de trabalho no laboratório via e-mail. Segue abaixo a mensagem do docente:

**Excerto 4:** E-mail resposta de professor sobre seu método de trabalho em laboratório.

*“Minha forma de trabalho é propor, dentro dos assuntos abordados na disciplina, projetos de pesquisa que os alunos deverão desenvolver durante todo o período letivo. Dessa forma incentivo-os a trabalhar com aquilo que consideram interessante e, ao mesmo tempo, ter contato com a metodologia científica (que normalmente muitos saem do curso sem ter contato). Nessa proposta eles escolhem um Tema de projeto e, a partir daí elaboram o projeto de pesquisa propriamente dito. Eles propõem o projeto a mim (no lugar do órgão financiador, por exemplo) que faço as sugestões de mudança e avalio a viabilidade como um todo. A partir do retorno do projeto "aprovado" eles começam o desenvolvimento experimental. Finalizado os experimentos, redigem o relatório final e novamente o submetem a mim. Após aprovação deve haver um mini congresso onde eles divulgam os seus trabalhos para todos os colegas trocando assim as informações obtidas a partir de cada trabalho (...) Fundamentalmente é isso o que faço na maioria das vezes até como forma de "ultrapassar" as limitações que*

*temos nos nossos laboratórios didáticos. É importante salientar que, muitas vezes, eu tenho que prover equipamentos, condições, reagentes e técnicas que viabilizem os projetos.”*

A maioria dos materiais analisados apresentavam ao final do experimento questões para o entendimento do experimento ou uma extrapolação dos conhecimentos adquiridos na aula; são exemplos destas questões os excertos a seguir:

**Excerto 5:** Exemplos de questões encontradas na apostila de Laboratório de Química Orgânica II

- 1) Escreva a equação química para a reação de síntese realizada e sugira um mecanismo para a reação.
- 2) Explique no mecanismo quem é nucleófilo e quem é grupo de saída.
- 3) Calcule o rendimento da reação.
- 4) Por que o haleto foi lavado com bicarbonato de sódio?

**Excerto 6:** Exemplos de questões encontradas na apostila de Laboratório de Química Orgânica I

- 11 - Discuta sobre a metodologia de isolamento de um produto natural a partir de plantas, que foi utilizado neste experimento. Ela pode ser considerada geral? Quais as dificuldades encontradas? Quais as vantagens desse método?
- 12 - Discuta a porcentagem de cafeína bruta isolada e de cafeína após a recristalização. Levando-se em conta que as plantas produzem milhares de compostos diferentes, o que você conclui a respeito da quantidade de cafeína presente no chá preto?

**Excerto 7:** Exemplos de questões encontradas na apostila de Laboratório de Química Geral I

- 3) O que é um peagâmetro e como ele funciona?
- 4) Um caminhão tombou e derramou 40 mil litros de ácido sulfúrico concentrado em um lago com 30.000 m<sup>3</sup> de volume. Calcule o pH do lago após o acidente.
- 3) Converter 0,04 g·cm<sup>-3</sup> em: a)·mL b) g·L c) Kg·L d) Kg·m<sup>-3</sup> e) g·m<sup>-3</sup>
- 4) Quais as vidrarias graduadas que permitem melhor visualização de variação de volume? Faça uma lista em ordem crescente. Qual a relação entre o diâmetro da secção transversal do recipiente utilizado e a sensibilidade (perceptividade da variação da medida)?

Como se pode notar, esta amostragem, somente a questão 11 do excerto 6, provoca o estudante a entender o experimento e extrapolá-lo para outras condições e conhecimentos, as outras questões exercitam unicamente o entendimento do aluno sobre o procedimento experimental e o experimento realizado.

Ainda buscando fundamentação no PPP do curso, as discussões sobre o uso da experimentação mostram-se presentes de maneira explícita também em algumas disciplinas do eixo 2 (conhecimentos didático-pedagógicos) como: Metodologia e Prática para o Ensino de Ciências, Metodologia e Prática para o Ensino de Química I e II e Elaboração de Materiais Didáticos para o Ensino de Química e Ciências. Segundo as ementas seus objetivos são:

Identificar e problematizar a experimentação no ensino de Ciências, bem como as diferentes formas de desenvolvimento de atividades experimentais. 3. Problematicar as atividades experimentais nos livros didáticos de Ciências (Ementa MPEC) (PPP, 2016, p.133).

Identificar as especificidades da Química enquanto Ciência e Disciplina Escolar a partir da observação e planejamento, sustentando a implementação de atividades didáticas, teóricas e experimentais. Teoria de ensino e o currículo (Ementa MPEQ1) (PPP, 2016, p. 142).

Instrumentalizar o aluno para o planejamento de sequências didáticas e avaliações, assim como de atividades experimentais em perspectiva semiregência (em sala de aula com a supervisão do docente supervisor) em articulação com o estágio supervisionado. (Ementa MPEQ2) (PPP, 2016, p. 155).

Busca-se oferecer ao futuro professor de Química, subsídios para analisar sua atuação e adequação a diferentes realidades educacionais, desenvolver atividades experimentais fundamentadas em pressupostos teóricos e metodológicos além de planejar e organizar o espaço físico para o desenvolvimento de atividades experimentais, considerando aspectos pedagógicos, de segurança e ambientais. (Ementa Elab. Mat. Didático) (PPP, 2016, p. 157).

Fica claro, portanto, a proximidade da experimentação ao cotidiano do licenciando em química, tanto nas aulas sobre os conhecimentos específicos da química quanto nas aulas de conhecimento didáticos pedagógicos dos conteúdos. Contudo, essas discussões em ambientes de laboratório (foco de nossa investigação) parecerem limitar-se majoritariamente a técnicas instrumentais e otimização de resultados, com exceção de um professor (excerto 4).

Pela análise dos documentos é possível identificar que a maioria dos professores não se preocupam com discussões complementares da química, como suas inter-relações com outros campos do conhecimento científico ou com questões sociais, políticas e econômicas, pois essas questões não são trazidas em forma de texto nos materiais, no entanto, entendemos que elas podem estar embutidas na fala dos professores durante as aulas de laboratório.

Como já dissemos, com exceção do professor de laboratório de Físico-Química II, todos planejam suas aulas usando roteiros fechados e mantendo-se na posição de “palestrante” e “avaliador de desempenho” já que os dados obtidos nos experimentos devem ser apresentados de maneira objetiva e sem erros em forma de relatórios.

A aproximação com a atitude investigativa sugerida pelo PPP, parece ser dada por meio da resolução de problemas inseridos ao final dos roteiros experimentais (excertos 5 a 7), contudo, são notórias sua pouca recorrência, seu baixo nível investigativo (CAÑAL, 2000) e sua fraca contextualização (MORETO, 2010).

Sabendo da forma como a experimentação é apresentada aos alunos do curso, sigamos nossa caminhada rumo à caracterização dos sujeitos desta pesquisa e ao entendimento sobre o papel da experimentação e quais discussões são pertinentes quando se aborda a ciência química em particular na formação inicial de professores.

#### **4.2 Ambiente da pesquisa: a disciplina História e Filosofia da Ciência para o Ensino de Ciências (HFCEC) e o Grupo de Estudos em História e Filosofia da Ciência (GEHFC).**

Diante da falta de espaço para discussões sobre os aspectos filosóficos da experimentação nas aulas de laboratório, buscamos por disciplinas que pudessem trabalhar o tema em seu plano de ensino. Encontramos na grade curricular a disciplina HFCEC, cuja ementa já assinalava uma maior abertura para estas discussões.

O ano de 2017, em particular, deu início a implementação das modificações curriculares propostas pela CNE, assim, a turma da disciplina “História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências” (HFCEC) do núcleo comum do curso de Bacharelado e Licenciatura em Química, contava com 90 alunos regularmente matriculados, sobre a responsabilidade de um professor do departamento de química e três estagiárias, dentre elas a pesquisadora responsável por este trabalho e doutoranda do Programa de Pós Graduação em Educação para Ciência.

A reorganização emergencial das disciplinas ofertadas culminou na abertura de uma turma especial desta disciplina, que contava com alunos ingressantes em 2017, alunos do segundo período (ingressantes em 2016) e alunos remanescentes de outros períodos que ainda não haviam cursado esta disciplina por outros motivos.

Nossa ideia inicial, centrava-se no acompanhamento e gravação das aulas de HFCEC para posterior análise, porém, o número elevado de alunos na disciplina gerou a impossibilidade de realizar gravações com boa qualidade de áudio, o que inviabilizaria sua transcrição e portanto a descrição do mundo vivido por parte dos alunos contido nessas gravações, bem como as discussões feitas ao longo das aulas. Diante disso, optamos por montar um Grupo de Estudos, cuja participação se deu de forma voluntária.

O convite para o GEHFC foi enviado uma semana antes do início das aulas para os 90 alunos da disciplina por e-mail e os alunos tiveram 15 dias para manifestar interesse em participar do Grupo. O quadro 4, mostra o convite enviado aos alunos.

### Quadro 5. Convite enviado aos alunos de HFCEC por e-mail.

Prezados(as) alunos(as),  
Tendo em vista a quantidade de alunos matriculados na disciplina *História e Filosofia da Ciência e Ensino de Ciências* deste ano e a dificuldade que alguns alunos de exatas encontram em ler e debater textos de História e Filosofia da Ciência (HFC), estamos formando um Grupo de Estudos (GE) paralelo a disciplina sob a responsabilidade da estagiária e doutoranda Letícia Prado.

**Como funciona?**

Faremos reuniões semanais de no máximo uma hora, ou reuniões quinzenais de uma hora e meia, para discutirmos e aprofundarmos nossos conhecimentos em HFC, sendo possível participar de uma monitoria de dúvidas particulares após cada reunião.

**Quem pode participar?**

Qualquer aluno matriculado na disciplina, com horário disponível.

**Onde serão as reuniões?**

Na sala de estudos do Departamento de Química.

**Quando?**

Ainda não decidimos o dia e horário, porém o GE começará no mês de maio. Caberá aos interessados optarem por um dia e horário: quinta-feira às 19h ou sexta-feira às 17:00h. Levando em consideração que o GE acontecerá em apenas um dos dias.

**Tem prova, lista ou trabalho para entregar do GE?**

Não!!! O GE está sendo formado para te ajudar a estudar, compartilhar e aumentar seus conhecimentos a partir de discussões e ações colaborativas.

**Como eu faço para participar?**

Envie um e-mail até dia 30/04 para [leticiaadpd@gmail.com](mailto:leticiaadpd@gmail.com) com o assunto: “*Grupo de Estudos em HFC - Participar*”. No corpo de texto coloque seu nome completo, turma, contato e escolha um dia e horário: Quinta-feira/19h ou Sexta-feira/17:00h que melhor se encaixaria na sua agenda. Entraremos em contato com você!

Fonte: Autoria própria.

Os encontros semanais do Grupo de Estudos em História e Filosofia da Ciência (GEHFC), cujas reuniões aconteciam no Anfiteatro do Departamento de Química, durante o primeiro semestre de 2017, ocorreram às sextas-feiras das 17:00h às 18:30h, como sugerido pelos participantes via e-mail.

No dia da primeira reunião havia 10 alunos no Anfiteatro. Apresentamos a eles a proposta do GEHFC, a pesquisa na qual ele se inseria e entregamos os termos de consentimento livre e esclarecido.

Neste mesmo dia os alunos se apresentaram e foi elaborado de forma coletiva um cronograma de atividades com temas que eles sugeriram.

Ao longo das duas primeiras reuniões houve algumas desistências, e a entrada de uma nova aluna que não havia manifestado interesse por e-mail, assim, finalizamos o GEHFC com 8 alunos muito interessados pelas discussões e assíduos nas reuniões.

Como descrito no termo de consentimento (apêndice A), os alunos receberam um codinome para preservar sua identidade e tiveram acesso integral às transcrições das reuniões e entrevistas que serão analisadas neste trabalho.

A primeira reunião do GEHFC aconteceu após três aulas da disciplina HFCEC; por este motivo, os alunos puderam opinar sobre temas que achavam relevantes levando em

consideração a ementa da disciplina e o cronograma de leituras e atividades. O quadro 6, apresenta o cronograma de estudos da disciplina HFCEC e do grupo de estudos (GEHFC) com as datas e os temas abordados durante as aulas e reuniões. Complementando estas informações apresentamos no quadro 7 uma adaptação do cronograma de avaliações da disciplina HFCEC.

**Quadro 6. Cronograma de atividades da disciplina HFCEC e do grupo de estudos GEHFC.**

Cronograma disciplina HFCEC (sextas-feiras das 19h às 23h)			Cronograma GEHFC (sextas-feiras das 17h às 18:30h)		
Aula	Data	Descrição da aula	Reunião	Data	Atividade
1	31/03/2017	Atividade da semana de acolhimento dos calouros da Faculdade de Ciências, palestra dos diretores da unidade no Anfiteatro Guilherme Ferraz.			
2	07/04/2017	Apresentação da disciplina, planos de ensino, critérios avaliativos e bibliografia. Orientações sobre a realização do trabalho 1 (T1).			
3	28/04/2017	Adesão de professores e alunos à Assembleia Geral contra a Reforma da Previdência.			
4	05/05/2017	Indutivismo e o Ceticismo Pirrônico – Aula com professor do Depto. de Ciências Humanas. Entrega do T1. Orientações para realização do trabalho 2 (T2).			
5	12/05/2017	Leitura e discussão dos capítulos I a III de CHALMERS, Alan F. <i>O que é ciência afinal?</i> Editora Brasiliense, 1993. Entrega do T2.	1	12/05/2017 (não gravado)	1. Apresentação do Grupo de Estudos em História e Filosofia da Ciência (GEHFC). 2. Coleta de assinaturas Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.
6	19/05/2017	Leitura e discussão dos capítulos VI e V de CHALMERS, Alan F. <i>O que é ciência afinal?</i> Editora Brasiliense, 1993. Sorteio de temas do trabalho 3 (T3).			
7	26/05/2017	Apresentação do T3. Descrição: exercício em grupo em que os alunos deveriam analisar a luz do indutivismo e do falseacionismo o tema da história da química sorteado. Temas: efeito fotoelétrico, teoria atômica, força vital e ligação química.	2	26/05/2017	1. Apresentações individuais, motivações ao cursar química e participar do GEHFC. 2. Discussões sobre A1 e A2 da disciplina. 3. Discussões sobre o Indutivismo e Falseacionismo. (Cap. I a V – CHALMERS, Alan F. <i>O que é ciência afinal?</i> Editora Brasiliense, 1993, p. 23-99).
8	02/06/2017	A tese kuhniana e o livro <i>A estrutura das revoluções científicas</i> – Aula com professor do Depto. de Ciências Humanas. Orientações sobre o trabalho 4 (T4).	3	02/06/2017	1. Leitura e discussão do texto: Posicionamentos sobre o método científico e o fazer ciências (CHAUI, Marilena. <i>Convite à Filosofia</i> . Editora Ática: São Paulo. 14ª edição. 2010, p. 291-293). 2. Discussões sobre A3 da disciplina.
9	09/06/2017	Entrega da A4. D Leitura e discussão do capítulo XII de CHALMERS, Alan F. <i>O</i>	4	09/06/2017	1. Leitura e discussão do texto: Ciência desinteressada e utilitarismo e a ideologia cientificista (CHAUI, Marilena.

		<i>que é ciência afinal?</i> Editora Brasiliense, 1993. Orientações sobre o trabalho 5 (T5).			<i>Convite à Filosofia</i> . Editora Ática: São Paulo. 14ª edição. 2010, p. 293-295. 2. Discussões sobre Kuhn e o capítulo de livro estudado na última aula.
10	23/06/2017	Apresentação do T5. Descrição: exercício em grupo em que os alunos deveriam analisar a luz da teoria anarquista de Feyerabend a dinâmica da ciência dos temas sorteados. Temas: Modelos atômicos e Terra planismo.	5	16/06/2017	1. Leitura e discussão do texto: A inclusão da neutralidade na ciência: a técnica e a ciência (CHAUI, Marilena. <i>Convite à Filosofia</i> . Editora Ática: São Paulo. 14ª edição. 2010, p. 295-297). 2. Roda de conversa sobre Feyerabend e A5.
11	30/06/2017	Gaston Bachelard: o químico e filósofo da desilusão – Aula com professor doutorando em Educação para Ciência.	6	30/06/2017	1. Leitura e discussão do texto: O problema do uso das ciências (CHAUI, Marilena. <i>Convite à Filosofia</i> . Editora Ática: São Paulo. 14ª edição. 2010, p. 298-300). 2. Discussão do vídeo: Efeito Estufa – Prof. Dr. Ricardo Felício (USP). 3. Considerações sobre as normas ABNT.
12	07/07/2017	Simbologia da química: a importância da linguagem. Aula com professora mestranda em Docência para Educação Básica.			
13	14/07/2017	Química e Ética: a não neutralidade da ciência – Aula com professora doutoranda em Educação para Ciência.	7	14/07/2017	1. Leitura e discussão do texto: SEDEÑO, Eulália P. Ciência, valores e guerra na perspectiva CTS. In: ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. <i>Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas</i> . São Paulo: Livraria da Física, 2004, p. 201-220. 2. Leitura e discussão do texto: ALBARRACÍN, Liz M. M.; Nardi, Roberto. Aportes da Filosofia da Ciência na formação inicial de professores de Química e a mobilização do saber e do saber fazer na construção das representações científicas. In: GATTI, S. R. T.; NARDI, R. <i>A História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências: A pesquisa e suas contribuições para a prática pedagógica</i> . São Paulo: Escrituras Editora, 2016, p. 199-230.
14	21/07/2017	A história e filosofia da ciência e a pesquisa no ensino de ciências. Aula com professora mestranda em Docência para Educação Básica.	Entrevistas agendadas individualmente com os participantes do GEHFC.		
15	28/07/2017	Encerramento da disciplina e entrega de trabalho final e auto avaliações.			

Fonte: Autoria própria.

**Quadro 7. Cronograma de avaliações da disciplina HFCEC**

<b>Avaliação</b>	<b>Descrição</b>	<b>Expectativa pedagógica</b>
T1	Com base em uma imagem retirada de um folder de divulgação de evento científico os alunos devem expressar suas opiniões sobre os elementos da imagem e sua relação com a química.	Avaliação diagnóstica e levantamento de concepções dos estudantes sobre o papel da experimentação para a química, o trabalho do cientista e sua relação com o meio social, econômico, político e cultural
T2	Com base nas discussões da aula sobre ceticismo e indutivismo os alunos deveriam responder: Qual o papel da experiência para o indutivismo?	Checagem de aprendizado do tema estudado
T3	Exercício em grupo em que os alunos deveriam analisar a luz do indutivismo e do falseacionismo o tema da história da química sorteado. Temas: efeito fotoelétrico, teoria atômica, força vital e ligação química.	Trabalho coletivo, pesquisa bibliográfica e checagem de aprendizado do tema estudado
T4	Resumo comentado do capítulo X de CHALMERS, Alan F. <i>O que é ciência afinal?</i> Editora Brasiliense, 1993.	Checagem de aprendizado do tema estudado e desenvolvimento de criticidade
T5	Exercício em grupo em que os alunos deveriam analisar a luz da teoria anarquista de Feyerabend a dinâmica da ciência dos temas sorteados. Temas: Modelos atômicos e Terra planismo	Trabalho coletivo, pesquisa bibliográfica e checagem de aprendizado do tema estudado
TF	Com base nas aulas e na bibliografia indicada na ementa da disciplina, os alunos deveriam dissertar sobre o tema “História e filosofia da ciência para o Ensino de Ciências” apresentando suas opiniões sobre o tema.	Trabalho individual, pesquisa bibliográfica, desenvolvimento da criticidade e checagem de aprendizado.

Fonte: Adaptado de grade de avaliações da disciplina HFCEC elaborada pelo professor responsável.

Devido ao tempo das reuniões e à dinâmica adotada, optamos por usar textos de fácil leitura e inserir nos comentários as questões abordadas em nossos referenciais teóricos.

Optamos portanto em usar as orientações dadas pelos nossos referenciais, discutindo a HFC com a HFQ, para além dos textos clássicos de Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend entre outros, inserindo nessas discussões o entendimento de que modelos são representações do pensamento da ciência, salientando a pluralidade da química, as possíveis contribuições por meio da interdisciplinaridade das ciências, a dependência da ciência com a linguagem e seus sistemas simbólicos, levantando questões sobre a formação inicial de professores a partir das vivências dos participantes no curso de licenciatura em química.

Partindo dessa premissa, apresentaremos no capítulo 5 uma análise das falas dos alunos participantes do GEHFC. Para melhor organização dos dados, apresentaremos nossos resultados e discussões seguindo a cronologia do calendário de atividades apresentada no quadro 6.

No capítulo 6, apresentaremos as concepções dos alunos obtidas a partir das entrevistas individuais realizadas ao final do semestre.

#### **4. 3 Os participantes da pesquisa no Brasil.**

Como se pode ver no quadro 8, a maioria de nossos participantes ingressaram na universidade há menos de três anos e tiveram sua formação a nível médio feita em sistemas particulares de ensino.

Segundo o que pudemos apurar ao longo das reuniões, a motivação em participar do GEHFC se deu pela possibilidade de estudar e discutir os textos com outras pessoas, não sendo observadas relações de amizade entre os participantes antes das reuniões, portanto, entendemos que a vontade de participar partiu de iniciativa pessoal e talvez por este motivo houve alto engajamento dos participantes durante as reuniões.

O quadro 8, a seguir, apresenta as respostas dos participantes sobre o início dos estudos na universidade, o tipo de formação no ensino médio e a expectativa em cursar química. Estes dados foram retirados da segunda reunião do GEHFC iniciada pela apresentação individual dos integrantes do grupo para que todos pudessem se conhecer.

**Quadro 8. Caracterização dos participantes do GEHFC.**

Participante	Entrada na universidade	Formação Ensino Médio	Expectativa ao cursar Química
A1	2017	Ensino técnico administração	<i>Minha motivação no curso é poder estudar o meio ambiente, área a qual sou apaixonada. Dessa forma eu espero poder sair pesquisando nessa área.</i>
A2	2017	Ensino regular particular	<i>Ia bem nas aulas de ciências e gostava das aulas do meu professor de química.</i>
A3	2013	Ensino regular público	<i>Aluno regular do curso de biologia em regime de aproveitamento de créditos.</i>
A4	2014	Ensino regular particular	<i>Meu colegial inteiro eu fiquei bem indecisa (...) já que vou prestar vestibular eu vou fazer outra coisa, deixa eu pensar nas matérias que eu tenho quais eu gosto, aí eu gostava de Química e Física, mas eu me dava melhor em química, não ia tão bem em física, então eu pensei, vai química que eu gosto.</i>
A5	2017	Internato particular bolsista	<i>Facilidade com exatas.</i>
A6	2016	Ensino técnico química	<i>O técnico (...) eu pesquisei sobre o curso gostei e comecei a fazer, aí depois eu fui trabalhar na indústria e tudo mais, mas eu entrei para essa área por causa do bacharel e depois eu conheci a licenciatura e me voltei para essa área, mas eu entrei por causa do curso técnico mesmo.</i>
A7	2017	Ensino regular particular	<i>Eu sempre gostei de saber o porquê das coisas, assim desde pequenininha, minha mãe é muito religiosa, né, e ela ficava falando que Deus fez tudo, mas como algo pode simplesmente existir e eu queria saber como as coisas eram feitas.</i>
A8	Transf. externa 2017	Ensino regular particular	<i>Eu fui conversar com um engenheiro químico e com um químico, , aí eu vi que se eu fizesse a Engenharia Química eu faria só pelo meu pai, eu descobri que Química é o que eu gosto de fazer, porque eu gosto assim de sentar numa mesa e me darem um problema para eu pensar, tentar resolver, eu gosto de resolver problemas eu gosto de quebra cabeça. Eu sempre gostei da palavra cientista, conhecimento eu amo conhecimento é muito bom, sabe, eu sempre gostei da ideia que seu chefe chegar com alguma coisa que você não sabe o que é e diz tó, vê aí o que é. Aí você faz experimentos, mistura as coisas, explode as coisas, aquela coisa bem qualitativa, bem analítica, as eu também gosto da parte teórica da química (...) Por isso que eu escolhi química, porque você vai fazer experiências fica no laboratório, eu gosto de laboratório, sempre tive paixão por laboratório, e o Engenheiro Químico não fica cem por cento do tempo no laboratório, a maior parte do laboratório que ele vai ter é ir conversar com o químico para ver o que ele fez, o químico dá os resultados pra ele e ele vai pegar aquilo e transformar numa linha de produção.</i>

Fonte: Autoria própria.

Um fator que chama nossa atenção na caracterização dos participantes é a motivação destes em relação ao curso de Química. Como podemos ver, quatro afirmaram ter escolhido o curso devido a facilidade com a disciplina no ensino médio e/ou por gostar das aulas de química/professor. Dois participantes associaram a escolha do curso às possibilidades de pesquisa no futuro e a resolução de problemas da sociedade, e dois ainda citaram ter tido contato com a profissão antes da entrada na universidade.

Nota-se, portanto, a forte influência do professor de ensino médio na escolha da profissão de seus alunos, já que a maioria dos participantes optaram por cursar química devido a suas experiências e desempenho escolar. Estes dados serão retomados mais tarde em nossa análise, por hora servem apenas para que possamos conhecer os participantes do GEHFC.

Para finalizar este capítulo, propomos uma analogia entre a equação simplificada que descreve uma transformação química e a transformação do estudante de licenciatura em professor.

Acreditamos que é no processo de transformação de estudante a professor que se adquire habilidades e competências para além dos domínios dos conhecimentos específicos e didáticos. Assim, a equação:



Pode ser usada para explicar também este processo transformador, onde A= curso de química; B= estudantes e C= profissionais formados/professores de química.

Em nossa analogia, “A” o curso, assim como as substâncias químicas possuem suas particularidades e combinações complexas. O curso pertence a uma universidade pública, organizado em uma faculdade e alocado em um departamento que tem como tripé de sustento a pesquisa, o ensino e a extensão.

Nessa complexidade inúmeros fatores devem ser lembrados, entretanto, o ensino e suas ferramentas (PPP, ementas, metas, objetivos e professores) estão diretamente ligados à transformação de estudantes em professores.

O elo mais próximo entre curso e estudante, o professor, tem como missão formar profissionais capazes de dominar os conhecimentos específicos e pedagógicos da química e de seu ensino, bem como suas particularidades como as relações entre teoria e experimentação, tão importantes para a química, além de explicitar suas inter-relações com

outras áreas do conhecimento e com a história, cultura, política e sociedade a qual nos inserimos.

É função do formador também, mostrar que esta ciência teve sua constituição alicerçada no pluralismo metodológico e em atitudes epistemológicas dinâmicas. Como dito pelos referenciais descritos no capítulo 1, estes ensinamentos devem estar embutidos na ontologia do professor e permear sua prática.

De B, os estudantes de graduação, devemos levar em consideração a complexidade do ser humano, seu capital cultural, suas vivências e motivações, em geral marcadas pelas certezas juvenis e padrões engessados de ver o mundo. É preciso expandir horizontes e abrir as mentes para as possibilidades e pluralidades dos domínios da química e suas relações sociais.

Da união A e B, esperamos a formação de C, o professor de química recém-formado e pronto para atuar no mercado de trabalho, levando em sua prática domínios dos conhecimentos científicos da química em particular e dos conhecimentos didático pedagógicos relacionados ao ensino de química envolvidos por atitudes epistemológicas e metodológicas plurais, conscientes e dinâmicas.

Nossa analogia, como todas as analogias, tem limitações. Devemos salientar, por exemplo, que C permanecerá em formação continuada durante toda sua atuação profissional, já que a experiência prática em sala de aula tem peso importante para a ontologia do professor. Em geral, a analogia  $A + B \rightarrow C$ , mostra-se complexa e não é nossa pretensão dar conta de analisar tamanha complexidade usando atividades de um pequeno grupo de estudos como o que montamos nesta pesquisa.

Pretendemos contribuir, mesmo que pontualmente, com esta discussão no que tange ao entendimento sobre o papel da experimentação e quais discussões são pertinentes quando se aborda a química em particular e suas atitudes filosóficas na formação inicial de professores; para isto optamos por fazer o uso da Análise Textual do Discursiva como metodologia de análise dos dados coletados nas reuniões do GEHFC e nas entrevistas com os participantes dos dois cenários anteriormente apresentados.

## **CAPÍTULO 5 ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA DAS TRANSCRIÇÕES DAS REUNIÕES DO GRUPO DE ESTUDOS EM HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA (GEHFC).**

Neste capítulo apresentamos e analisamos trechos das transcrições das reuniões do GEHFC.<sup>18</sup> Como dito no capítulo anterior, o GEHFC contou com 8 participantes voluntários, cujo pré-requisito era ser aluno(a) regularmente matriculado na disciplina HFCEC.

Ao todo foram realizados sete encontros, sendo o primeiro de apresentação da proposta e coleta de assinaturas do TCLE e não foi objeto de análise. Ao final dos encontros foram realizadas entrevistas individuais semiestruturadas, cujos trechos significativos serão apresentados no próximo capítulo.

A numeração dos episódios se inicia na segunda reunião do GEHFC no qual os integrantes se apresentaram para o grupo, e tem seu fim no episódio 6, sétima e última reunião do GEHFC. O cronograma e os temas abordados nos encontros do GEHFC são apresentados no quadro 6 (p. 69).

Seguindo as orientações de Moraes e Galiazzi (2016), desmontamos o texto original da transcrição em busca do estabelecimento de relações para construção de categorias e captação de novo emergente por meio de compreensões e interpretações comunicadas a seguir. Nossa exposição segue a ordem cronológica das reuniões do GEHFC, assim as categorias e elementos aglutinadores serão apresentados ao longo dos textos de análises.

### **5. 1 Episódio 1 – 2ª Reunião GEHFC**

*Categorias abordadas neste episódio:* diferentes formas de ver/fazer ciência; vivências em laboratório; discussões sobre o ensino e aprendizagem de química; ciência descontextualizada; apropriação da HFQ e historiografia.

*Argumentos aglutinadores:* Os participantes discutem sobre diferentes formas de ver e fazer ciência tentando adequarem-se enquanto experimentadores indutivistas. Os exemplos da história da química abordados ressaltam uma visão a-histórica e linear ressaltando uma visão de ciência descontextualizada.

Nesta seção, apresentamos trechos que mostram considerações dos alunos sobre o indutivismo e o falseacionismo, temas estudados nas aulas anteriores de HFC. Observamos que os alunos mostravam a necessidade intrínseca de responder corretamente a atividade

---

18 A transcrição completa das reuniões e entrevistas geraram de mais de 200 páginas de dados coletados.

solicitada com respostas curtas e objetivas, como nos exercícios em que estão habituados a fazer em outras disciplinas.

Os alunos associavam a leitura dos livros de química dos programas das disciplinas de ensino superior (referências bibliográficas de química geral, físico-química, etc.) ao indutivismo, bem como as atividades de laboratório que exaltavam o método científico. Até a parte final da discussão, os alunos pareciam associar a química à ideia de leis universais, assim como o indutivismo ingênuo. Após intervenção da pesquisadora, os alunos passaram a operar com a ideia de modelos e verdades provisórias da ciência.

O excerto a seguir mostra o início das discussões do dia e as considerações dos alunos sobre duas atividades realizadas na disciplina HFC, o T1 e T2. Os enunciados dos trabalhos em questão podem ser vistos na figura 3, a seguir.

Figura 3. Enunciados dos trabalhos T1 e T2.

#### Atividade 1 (T1)

A figura abaixo foi retirada de um folder de divulgação de um evento científico. Usando seus conhecimentos e opiniões construa um texto que discuta os elementos apresentado na figura.



#### Atividade 2 (T2)

Com base nas discussões realizadas em sala de aula e nas leituras de Chalmers (1993), capítulos I, II e III. Elabore uma resposta que discuta: qual é o papel da experiência para o indutivismo?

Fonte: Material desenvolvido pela pesquisadora em colaboração com o professor responsável pela disciplina HFCEC.

*P: Bom e aí eu só queria comentar que eu fiquei responsável pelas correções, mas eu não comecei a corrigir o trabalho 2 ainda... Falando do trabalho 1, que eu até imprimi aqui... eu li o de todo mundo e não lembro mais quem era quem porque fui respondendo conforme eu lia... Vocês querem falar um pouco sobre as avaliações, os pareceres se foi útil ou não foi, como é que foi?*

*A4: Foi muito interessante o jeito que foi feito, porque eu tinha escrito sem ler o Chalmers, depois que eu escrevi eu parei para pensar... Putz! Parece que a gente sempre cai naquele negócio da observação e como a gente repete isso para as outras pessoas, porque tipo, essa é a ideia que eles têm né, uma ideia como ele fala meio ingênuo assim, indutivista ingênuo.*

*P: É eu não sei se você tinham lido antes o capítulo ou não, mas uma coisa que eu observei é que todo mundo falava muito sobre teste, exatidão, necessidade de ser uma ciência exata, repetir testes, que tinha que fazer o teste 1, o teste 2 e aí chegar a ideia dessa ciência mais indutivista que ele mostrava. Então aí eu fiquei pensando, será que o pessoal leu antes e olhou a figura e pensou é para falar sobre o capítulo 1 ou não, né, não sei...*

*A1: Eu acho que a maioria, quem é calouro se baseou na aula de Química Geral, que essa tem sido a Didática...*

A2: É...

P: Como assim?

A1: Porque ele fala muito da metodologia, a metodologia utilizada é a metodologia científica, como que é, o experimento, como faz e então a gente tava com isso bem fresquinho na cabeça... a hora que a gente viu a imagem já pensou nisso, no método científico.

P: Teve bastante gente que descreveu o método científico mesmo! Então era por causa da aula anterior, e as aulas de laboratório algum progresso? Lembra que a A6 comentou que o cientista é visto com aquele cara preso no laboratório fazendo coisas mirabolantes e que na verdade não era assim porque vocês repetiam o roteiro e aí vocês A1 e A2 responderam que não poderiam opinar porque até agora só tinham fervido água...

A1: Ah é, mas agora a gente já fez teste de chama, densidade, volume...

Apesar do texto apresentar uma crítica à ingenuidade do método científico, A4 prontamente se mostra ciente de que reproduz uma postura simplista, empírico indutivista ao falar de ciência, já que observa em seus livros-textos tal postura. Este momento parece ser importante para o participante, pois abre as portas para novas formas de ver a ciência e o trabalho dos cientistas.

A1 remete sua resposta a sua vivência de curto prazo, dizendo que os calouros devem ter visto a imagem e logo lembrado das explicações do professor de laboratório sobre o método científico (empírico-indutivista) usado em suas aulas. Quando questionado sobre suas vivências no laboratório didático, A1 assume que repete roteiros preestabelecidos e que a turma já havia avançado para experimentos mais elaborados.

Com exceção de A4, todos os envolvidos parecem aceitar que o método científico é único, rígido e infalível, parecendo não entender que Chalmers (1993) faz uma crítica a esta concepção nos três primeiros capítulos lidos em sala de aula, tanto que seguem as discussões falando sobre a forma como o T1 foi corrigido.

A1: Eu gostei que você comentou a atividade, porque geralmente a maioria dos professores pegam a atividade entregam a nota e fim você não sabe o que estava certo o que estava errado, fica uma dúvida. Por exemplo, que não foi comentado, eu recebi meu relatório ... a gente tirou, 3,5 porque a conclusão não estava legal, a nota máxima é 4, aí tipo, tá, esse meio ponto foi por quê? A conclusão, mas por quê? Onde tá errado a conclusão? Não tem nada, tem um certo e dois riscos...

A2: Tá e aí, o que isso quer dizer, né?

A1: Sabe, isso não ajuda a gente, entendeu, não adianta nada você entregar o trabalho corrigido...

A4: A maioria dos professores são assim, eu tô terceiro ano e poucos, assim, só de Orgânica que escrevia um feedback porque eram os alunos de mestrado que corrigiam e não o próprio professor, os outros, a maioria só entrega a nota e pronto.

A1: Eles não têm tempo, só que nessa questão de não ter tempo, então está na profissão errada, sabe, porque ser professor é orientar e levar a tal conhecimento. E eu tive conhecimento nenhum, não sei o que eu errei.

A2: E o relatório é super importante pra gente, ele não dar um retorno é bem complicado né, a gente vai insistindo no erro...

A1: Só falou que olha gente, escolham outras literaturas...

P: É importante pra nota?

*A2: Não, fazer relatório é importante.*

*A1: E também para a notas de laboratório tem peso maior.*

*A3: Mas a correção até da prova é importante! Descobrir o que você errou, tentar entender porque você errou...*

*A1: Se a gente for pensar, todos os professores só entregam as notas, só, eles não tem tempo de ficar escrevendo o erro de cada um.*

*A4: Eles tipo querem que você vá atrás e pergunte, porque que eu errei isso daqui, você pode me explicar? Que nem na prova, se você não for atrás o professor nem leva na sala.*

A experimentação e a vivência em laboratórios didáticos no ensino superior de química fazem-se presentes, mesmo quando os alunos estão discutindo sobre critérios de avaliação. O trecho acima descrito mostra uma crítica à forma como as avaliações são aplicadas no curso, usando como exemplo uma atividade avaliativa muito utilizada em laboratórios, o relatório.

Segundo a vivência dos alunos, os critérios avaliativos dos professores de laboratório não parecem ser claros e com isso os alunos não associam seus erros a objetivos didáticos não atingidos, ficando perdidos quanto à forma como devem proceder em relatórios para obter boas notas.

Mesmo em posição desprivilegiada, os alunos mais velhos parecem conformar-se que a metodologia de ensino é essa e não vai mudar, ficando a cargo exclusivo do aluno buscar o professor para entender seus critérios de avaliação e quais objetivos didáticos não foram alcançados por ele em momentos avaliativos.

Este movimento de não apresentação clara dos critérios de avaliação, objetivos de atividades e *feedback* vai ao contrário de várias discussões, como as feitas por Bachelard (1996), na qual destaca o papel do erro no ensino e aprendizagem de ciências, e de autores contemporâneos que abordam a questão das avaliações no processo de ensino aprendizagem como Luckesi (2002) e Moreto (2010).

Como forma de utilizar o tempo da reunião para esclarecer também as dúvidas da disciplina de HFCEC, a pesquisadora questiona os alunos sobre o trabalho 3, que deveria ter sido entregue e apresentado na aula de HFC deste dia. Nele, os alunos deveriam analisar um episódio da história da química à luz da teoria indutivista e do falseacionismo estudados nas aulas anteriores. A figura 4, a seguir, apresenta o enunciado do trabalho 3.

Figura 4. Enunciado do T3.

**Atividade 3 (T3)**

Analisar a luz do indutivismo e do falseacionismo o tema da história da química sorteado.

Temas: 1. Efeito Fotoelétrico; 2. Teoria Atômica; 3. Força vital e 4. Ligação Química.

Fonte: Elaborado pelo professor responsável pela disciplina.

É importante salientar que o professor da disciplina não deixou claro quais referências bibliográficas deveriam ser usadas na atividade (talvez acreditando que as orientações sobre a ementa e referências bibliográficas dadas no primeiro dia de aula fossem suficientes para o entendimento da proposta). Essa falta de clareza metodológica provocou certa confusão na elaboração do trabalho pelos alunos.

*P: E aí entra que... como um indutivista olharia para a teoria da força vital ou para o atomismo, né...*

*A4: É, eu não consegui chegar a uma conclusão sobre isso ainda...Porque...eu fui ler o Atkins e a linguagem que ele escreve é como se fosse um indutivista, ele fala, a partir da observação de tais e tais dados ele chega na conclusão tal... então, a ciência foi construída numa base indutivista?*

*P: Existem visões de ciências que podem ser indutivistas, a chave do problema está no local de pesquisa... onde vocês foram buscar a teoria, porque primeiro você precisa saber um pouco sobre a teoria por trás do seu tema para depois pegar seu óculos indutivista e tentar enxergar o indutivismo ali dentro, como ela já sugeriu que conseguiu enxergar um indutivismo na teoria atômica.*

*A1: No Atkins, nos livros de química...a parte da teoria, mas essa parte teórica do indutivismo eu não consegui encontrar uma relação entre as teorias, estou meio perdida...*

*P: E a teoria da força vital? Porque aqui nós temos duas duplas, né, atomismo e força vital.*

*A3: Eu busquei no Google para conhecer a teoria, porque eu não conhecia né, eu conversei primeiro com o pessoal do grupo, eles me explicaram mais ou menos mas aí eu fui buscar no Google Acadêmico pra tentar ver os experimentos que foram feitos e tal, eu achei umas coisas, mas são poucos trabalhos assim, que dê para usar...*

*P: Eu não estou aqui com o enunciado da atividade 3, como que era o começo do enunciado, você tem aí?*

*A4: Você tinha que discorrer sobre o tema à luz do indutivismo e do falsificacionismo...*

*A1: “Com base nos textos e discussões das aulas anteriores. Analisar os aspectos históricos e o desenvolvimento do tema a seguir a luz do indutivismo e do falsificacionismo”*

*P: E aí ele está pedindo para você analisar o aspecto histórico; a pergunta é, será que o aspecto histórico está dentro do Atkins?*

*A4: Hum... é que assim a teoria atômica vai se desenvolvendo desde os filósofos gregos, vamos dizer assim, e aí ela é retomada com Newton, qual que é a diferença entre a observação do método científico e da observação indutivista?*

Como se pode ver os alunos não assimilaram a ideia de que a busca pela história da química do tema entregue a eles deveria ser feita a partir de livros de história da ciência como os disponíveis na biblioteca do *campus* e indicados na ementa da disciplina.

Ao fazer a pesquisa sobre o tema em livros-textos usados no Ensino Superior, como o citado por A1, os alunos se depararam com uma visão empírico-indutivista, a-histórica e descontextualizada da ciência, como previsto por Fernandes e Porto (2012).

É importante salientar que, mesmo deficiente metodologicamente, esta atividade pode ser considerada um exercício filosófico interessante, uma vez que provoca o aluno a elaborar explicações estruturadas com base em teorias do conhecimento e filosofias da ciência de episódios históricos conhecidos exercitando leituras e possibilidades interpretativas além de provocar questionamentos mais profundos sobre o mundo vivido do aluno.

Tomados pela dúvida de como fazer a atividade solicitada pelo professor de HFCEC, eles permaneceram calados e pensativos. O trecho que segue é ilustrativo da sequência em que a pesquisadora apresenta alguns livros específicos de história da química e história da ciência úteis para a escrita do trabalho 3.

*P: Então pode ser que neste capítulo aqui, pode estar falando sobre o seu tema, o Colin tem quatro volumes, você precisa ler direitinho, pode ser que ele fale sobre todos os envolvidos no atomismo neste capítulo.*

*A4: Pra saber como ele chegou a aquela conclusão e depois ver se podemos fazer uma leitura indutivista, ou não...*

*P: Isso, aí eu tenho este outro aqui que também é sobre a história da química, mas com outra leitura, aqui tem, história da tabela de Mendeleev, corantes, fermentos, elementos radioativos, para a teoria atômica ele coloca... olha... modelo de Bohr, tá vendo?! Dalton está aqui, não é muita coisa, ó, da 127 a 134... Então talvez vocês estejam procurando já num modelo pronto científico, indutivista e não está conseguindo achar as transições.*

*A4: É! Porque a maneira como ele fala é como se ele observou assim... e aí, a partir dos dados a gente foi chegando, evoluindo e aí parece que quanto mais evoluído fica parece que passa para o falsificacionismo... Parece que a teoria que eu tenho... deixa eu fazer um experimento aqui pra ver se é assim mesmo como esse cara falou... Que nem, eu parti do Rutherford e do Thompson. Thompson falou que era uma coisa assim aí Rutherford fez um experimento lá e falou, ah não é assim, e aí, esse experimento é diferente da experimentação no indutivismo?*

*P: Percebe que você já está fazendo um relato indutivista? A forma como você está contando, já está dizendo que a experiência do outro, a observação do sucessor já fez com que a observação primeira não fosse tão aceita e ele sim com as novas observações e padrões de observação que ele tinha construiu a teoria cientificamente mais aceita. Como você fala, parece que o Thompson já “manjou mais” do que o primeiro né, as observações dele, ou seja, as experiências que ele fez já fez com que nova ciência surgisse, o modelo indutivista está aí.*

*O terceiro, o Bohr ele fez novas observações em cima daquilo que Dalton já tinha só que ele acrescentou, ele viu a mesma coisa de maneira diferente e interpretou segundo os experimentos dele, e aí ele surge com a nova teoria científica, já tem um modelo científico baseado na observação e na experiência.*

*A4: Quer dizer então que eles são indutivistas...*

A4 conta a história dos modelos atômicos de maneira acumulativa, descontextualizada e linear, não evidenciando as crises, obstáculos ou a dinâmica pluralista e humana da ciência, afirmando que houve uma evolução linear sobre os conhecimentos científicos relacionados aos modelos atômicos.

Apesar de estar fazendo o exercício solicitado pela atividade, A4 parece não entender a diferença entre as atitudes filosóficas reais e a atividade hipotética solicitada pelo professor de HFCEC, ou seja, descrever a história de alguns conhecimentos científicos com base na teoria empírico indutivista e no falseacionismo.

Para tentar criar um ponto de desconforto e provocar a discussão do grupo que permanece calado ouvindo A4, a pesquisadora propõe dar sequência a atividade e forçar os participantes a pensarem melhor sobre o falseacionismo, segunda parte do T3.

*P: E se você pensar no mesmo tema, mas agora usando os óculos do falseacionismo? Lembra das palavras-chave dessa teoria? Havia uma conjectura primeira ...*

*A2: Tem as hipóteses audaciosas também que no meu texto tinha...*

*P: Isso... Então, Dalton tinha uma conjectura de que o átomo era uma esfera maciça, indivisível, indestrutível, sem carga, não era? Então, o modelo dele tinha que ser tal que fosse impedido de falsear, falsificar enfim, chega o...*

*A4: Thompson, que já aceita que existem cargas, já falseia.*

Sabemos que a ideia de falseacionismos para modelos é questionável, uma vez que sempre se pode formular conjecturas que encaixem os novos resultados no modelo anterior, e que, em especial, no caso de modelos atômicos a aceitação da realidade ocorreu muito mais por uma aceitação e acordo da comunidade científica do que por meio de falseamentos de modelos (PERRIN, 1916).

Porém optamos nesse trecho da conversa, por manter a possibilidade de fazer uma leitura faseacionista dos modelos atômicos com o objetivo didático de exercitar a leitura e interpretação e a operação com os principais termos apresentados no trabalho de Popper. O trecho a seguir mostra os alunos fazendo referência ao ato de experimentar como o método indutivo em si.

*P: O modelo do Dalton, mas o Thompson consegue falsear o modelo dele com base...*

*A4: Na experimentação...*

*P: No experimento, neste caso, então as conclusões do experimento dele fizeram com que ele pudesse falsear a teoria do Dalton.*

*A1: Então os dois sempre andam juntos?*

*A4: O indutivismo e o falsificacionismo? Por quê?*

*A1: Porque a gente sempre vai ter um indutivismo para falsificar o outro.*

No momento da discussão não foi dada atenção a este fato, pois o professor da disciplina havia solicitado aos alunos que respondessem como forma de atividade avaliativa (T2) a questão: “Qual o papel da experiência para o indutivismo?” cujo objetivo era esclarecer este aspecto.

Ao final deste encontro, buscamos no banco de atividades da disciplina HFCEC as respostas dos alunos presentes nesta reunião e notamos que somente A2 havia entregue a atividade. Se tivéssemos nos atentado antes à este fato, certamente teríamos dado maior ênfase na discussão sobre o papel que a experiência desempenha na teoria indutivista.

Como esta ênfase não foi dada, a discussão seguiu seu curso, como visto a seguir.

*P: São óculos diferentes, quando você está pensando no falsificacionismo você esquece um pouco do indutivismo...*

*A4: Mas, assim, cada teoria, é um conjunto de dados para chegar na teoria final, mas isso é indutivista então, mas a partir do passo que eu olho que ele conseguiu falsificar a teoria do outro então eu tô vendo pelo falsificacionismo.*

*P: Então ele conseguiu falsear a conjectura primeira, já que no falseacionismo você opera com novas palavras, muda-se os termos. Lembra? A conjectura primeira era do Dalton, Thompson vem com os estudos dele e começa a trabalhar para falsear ela, com sua nova conjectura. Ai tinha lá aquela parte das hipóteses audaciosas lá, podem ser experimentos audaciosos, muitas vezes o falseamento é resolvido a partir de um experimento audacioso.*

A4 parece enfim entender que o exercício proposto é forçar a leitura de uma teoria científica da história da química a partir de uma vertente da filosofia da ciência e que não há a necessidade de mostrar qual dessas visões é a correta ou definitiva. Inicia-se neste ponto a superação de uma visão descontextualizada da ciência e a apropriação de câmbios culturais plurais de pensamentos e metodologias para o desenvolvimento científico.

*A4: Eu não entendo ainda que ponto que essa observação, observar várias vezes ela pode ser diferente da observação, que... porque ele dá vários exemplos no livro, né, exemplos simples, assim que a partir da observação você sabe que o metal se expande quando é aquecido, qual a diferença desta observação para observação científica que eu vou lá e falo, chego a lei universal?*

*P: A observação é a mesma.*

*A4: Então, tá, eu não posso falar que a ciência, o indutivismo é ingênuo porque eu preciso dessa característica da observação para poder ver e entender as coisas.*

*P: Isso, quando o professor falava que o Chalmers chama o indutivismo de ingênuo, porque ele vai falar da ingenuidade daquela questão do número de observações, quantas observações eu preciso fazer para chegar a uma ideia geral, que ele dava aquele exemplo dos corvos, todos os corvos são pretos até que se ache um corvo albino e aí...*

*A1: Era nesse sentido a frequência! Eu marquei como uma palavra-chave do indutivismo para o autor.*

*P: Por isso ingênuo, porque a gente teria que trabalhar com a probabilidade de quantas vezes seria necessário observar.*

*A4: Então eu tenho que saber diferenciar o indutivismo que eu não posso considerar como ciência, do indutivismo que é necessário, assim vamos dizer, da questão da observação dos dados e da análise para poder descobrir alguma coisa, para eu não ser considerada ingênuo.*

*P: Para não ser considerada ingênuo o principal seria colocar um termo antes, porque assim o indutivista não ingênuo não tem a verdade, ele tem o mais próximo da verdade, o mais provável.*

*A4: É a probabilidade...*

*A1: É o que a gente é baseado né, tipo, a gente sabe de uma coisa hoje mais pode ser que amanhã mude.*

*A3: É aquela coisa, eu tenho uma quase verdade absoluta melhor que a sua quase verdade absoluta muito melhor que a sua e eu provo isso. (risos). Mas a minha é provavelmente melhor...*

*A4: Ela falseia a sua... Eu penso assim na teoria atômica então além da parte indutivista todas as outras teorias para que elas evoluíssem precisa ser assim então, eu vou “quebrar sua perna” porque o meu modelo vai ser melhor para explicar.*

*P: Ou porque eu fiz uma observação aqui que você não conseguiu fazer...*

Neste último trecho do episódio 1, A4 inicia questionando sobre a possível diferença da observação trivial da observação científica e termina por colocar em discussão o termo indutivismo ingênuo escrito por Chalmers.

Não vemos nesta discussão a pretensão de rejeitar o indutivismo, ou de colocá-lo em posição de pouco privilégio, uma vez que o entendemos como importante tanto para a

pesquisa científica como para o processo de aprendizagem em todas as idades. Vemos apenas o esforço dos participantes em assimilar os textos e teorias estudados colocando-os em julgamento junto ao seu mundo vivido.

A discussão segue e A1 mostra clareza sobre a dinâmica da construção dos conhecimentos científicos, mesmo não se aprofundando no aspecto probabilístico e na necessidade de mensurar diferenças e estabelecer medidas, A1 afirma que “*a gente sabe de uma coisa hoje mas pode ser que amanhã mude*” sendo complementada por A3 e o termo “*quase verdade absoluta*” mostrando que, os alunos tem a noção que a ciência foi construída a partir de momentos de erros, crises e superações.

Neste episódio foi possível observar que as concepções de ciência dos participantes estão fortemente enraizadas nas informações contidas nos discursos dos livros usados nas disciplinas do Ensino Superior, assim como nestes livros sua base epistemológica e historiográfica são vagas e quase nulas.

## 5. 2 Episódio 2 – 3ª Reunião do GEHFC

*Categorias abordadas neste episódio:* vivências em laboratório; quimiosfera; esquizovisão; *afordance*; ensino e aprendizagem de química.

*Argumentos aglutinadores:* Por meio de suas vivências e observações os alunos falam sobre o saber e fazer da química, quimiosfera, esquizovisão e *afordance*.

Notando que os alunos tendiam a reduzir o método científico à teoria indutivista, defendendo que a ciência acontece segundo os preceitos de um método único e a partir do cuidado com a exatidão e repetição de procedimentos, decidimos pela leitura e discussão do texto de Marilena Chauí (2010, p. 291-293), intitulado “O ideal científico”. Os trechos a seguir são excertos representativos das discussões feitas ao longo deste episódio.

*P: Na última reunião, a gente conversou sobre o método científico, a ideia de ciência do nosso cotidiano e a ideia do indutivismo...*

*A4: É... Elas pareciam ter o mesmo significado.*

*P: Pensando nisso, eu me lembrei deste capítulo, que é de um livro da Marilena Chauí que se chama Convite à Filosofia, eu deixei aí para vocês uma nota na primeira página, esse quadro, que tem de onde saiu o capítulo e a referência certinha. Eu particularmente acho que alguns capítulos desse livro podem ser bem aproveitados aqui no GE... como este que nós vamos ler.*

Nesta reunião estavam presentes cinco participantes e a pesquisadora; a fim de se otimizar o tempo, decidiu-se que cada participante faria a leitura de um tópico do texto e depois socializaria seu entendimento. O trecho a seguir mostra A4 levantando uma questão para discussão pelo grupo.

A4: Na minha parte o texto diz que a ciência se fundamenta em operações de análise e síntese, que as coisas são passadas do todo para as partes e das partes para o todo, eu não entendi a relação entre as partes e o todo usando a ciência como objeto científico, onde ela coloca, “o objeto científico é um fenômeno submetido à análise e síntese que descrevem os fatos observados”

P: Onde? Ali na terceira linha?

A4: Isso... Mas de que forma esse objeto científico é partes do todo e todo das partes?

P: Esse parágrafo me lembra um pouco da ideia cartesiana, de um filósofo chamado Descartes, tem um filme bem velho que usa ele como exemplo, não sei se vocês já viram (risos) o filme se chama “Ponto de Mutação” e é baseado em um livro “Primavera silenciosa” não sei se é o título é só esse ou tem mais alguma coisa.

A1: Eu tenho esse livro, mas não é desse cara...

P: Não é dele, mas fala sobre o método cartesiano de enxergar as coisas.

A1: Uau, sério?

P: Ah sim, deixa eu explicar, o livro em si é uma história normal, mas a análise dele pode remeter ao método cartesiano. Porque ele mostra como a ciência opera como se fosse um relógio, tem até uma parte do filme que eles vão para o alto de uma torre onde funciona um relógio muito antigo e lá eles ficam observando o funcionamento das peças e a importância que cada uma tem dentro do todo, ai eles relacionam o funcionamento e as peças do relógio à ciência. Eles colocam a ideia que as peças são as disciplinas e suas especificidades que fazem que o mundo da ciência seja tão perfeito.

A1: Seja interligado, e dependente um do outro.

P: Exatamente, acho que é essa a ideia deste parágrafo...

A4: Aí vem que a ciência é parte de todo e todo das partes que estão interligados.

P: Sim, as vezes você um objeto de estudo comum e cada um sai o analisando segundo seus conhecimentos e as vezes todo mundo se junta já com as observações feitas para falar de um objeto só...

A divisão do conhecimento científico em disciplinas parece não ser algo problemático para os participantes do grupo, uma vez que um simples exemplo já clarifica a ideia do estudo das partes do todo.

A exposição dos tópicos lidos segue seu curso no trecho a seguir. Esse modo conformado de lidar com a ciência parece prover da organização escolar que esses alunos vivenciaram ao longo de sua vida e da não utilização de propostas interdisciplinares e suas vertentes colaborativas, ressaltando características individualistas, elitistas e superespecializadas da formação dos conhecimentos científicos.

A1: Então, no meu tópico, ela traz a ideia de lei que vem definir o objeto científico, né, definir as regularidades e o padrão daquele objeto...

P: Caberia também falar da formulação de uma lei universal, lembrando que a gente já conversou (...) e também coloca a questão da probabilidade da ciência que se tivesse tudo pronto e acabado não teria motivo pra gente estar aqui estudando química, né.

A2: É... Pra quê? Tanta gente estudando algo que já está pronto?

A4: As vezes a gente nem pensa nisso né, a gente vai lá pega um livro de química e toma isso como lei geral...

P: Como se fosse pegue a verdade e siga.

A6: Ou então a verdade que é passada pra gente, se o professor falou isso é verdade, ok!

Os alunos caminham para uma discussão de como o conhecimento adquirido por meio do ensino formal é automatizado e cercado por visões rígidas e infalíveis pelas quais o

livro-texto e/ou o professor tornam-se únicos detentores de conhecimentos inquestionáveis pelos alunos.

Nesse movimento de crença inquestionável na fala do professor e nos livros-textos, a ciência escolar se distancia da construção do conhecimento científico, de tal forma que seus aprendizes ignoram seu ponto de partida fundamental, o problema que se quer resolver e sua motivação (ontológica, natureza prática, comercial, etc.).

É notório que a simples leitura e discussão de um texto tem a potencialidade de expandir os horizontes do conhecimento. Neste trecho, os próprios participantes julgam suas concepções dando a entender que nunca pararam para refletir sobre a mobilidade dos modelos e a crença ingênua em leis da ciência.

Não refletir e não tratar criticamente o processo de aprendizagem continua sendo um grande entrave para os alunos.

No tópico seguinte discutiu-se sobre as tecnologias e a utilidade da ciência e, mais uma vez, A4 sugere que durante a formação universitária se pode ser ingênuo demais se não forem tratados temas como a HFC.

*P: Bom... e o quinto tópico?*

*A6: Esse quinto, está falando a ciência contemporânea é fundamentada no uso de tecnologia, ele fala que a tecnologia é muito mais precisa que a própria pessoa e que ela vai interferir de uma forma bem grande no quesito de transformação, não só de estudar mas de transformar o mundo e etc., aí ela pega e fala assim “a tecnologia confere à ciência precisão e controle dos resultados” então conforme avança a tecnologia isso auxilia na ciência avançar também.*

*P: Ela coloca também, aplicação prática e interdisciplinaridade, aqui do lado ela traz uma foto de uma técnica de laboratório, esse mesmo aparato tecnológico pode ser usado pela biologia, pela química, e se houver algum estudo da física que precise deste instrumento ele também poderá ser usado...Uma coisa que eu acho interessante é lembrar daquela atividade 1, que a gente tinha o alvo, e o que mais dava a ideia de exatidão?*

*A6: A prancheta.*

*P: Isso era o alvo e a prancheta com os vistinhos, né! A grande maioria dos alunos colocaram que aqueles elementos remetiam a química como uma ciência muito exata, claro é uma ciência exata, mas que tinha toda uma questão de chegar ao ponto certo, exato, a verdade e enfim... o que eu observei é que não se levou em consideração a verdade até o momento tinha-se muito a visão de que a verdade ....*

*A4: Que tá no Atkins e no J. D. Lee! (risos)*

*P: Então, né! Esse texto faz a gente pensar um pouco... Opa! Acho que a verdade não é tão absoluta assim uma vez que estamos trabalhando na ciência...*

*A4: Isso é muito passado pra gente, desde que entramos na faculdade, se você não tiver uma matéria de história e filosofia da ciência você vai sair com a mesma mentalidade que a química é observação, experimentação, uma visão indutiva, das coisas, só depois que a gente tem essa matéria e lê os textos que a gente pensa... Putz! Não é tão simples assim como um método que se faz ciência.*

*P: Existe muito mais por trás da ciência do que a gente está aqui aprendendo...*

*A4: É...*

*A1: Realmente, quando eu falo que estou fazendo química, vem um “nossa” e depois um grande ponto de interrogação, tipo...*

*A4: O que seria isso?*

*P: E isso ainda se junta ao fato que a grande maioria dos alunos vem com a ideia que para ser cientista que a A4 falou, que você tem que obedecer regras, fazer testes, você tem que entrar dentro do laboratório e esquecer do que está fora...*

*A6: Você é sua análise...*

*P: A grande maioria das pessoas tem essa ideia de cientista e pensa: essa menina deve ser casca grossa, saiu de casa pra fazer ciência (risos).*

*A4: E verdade não é isso, né! Porque tipo, o cara que descobriu o elétron ele teve que pensar, usar a intuição dele. Ele tem que usar alguma coisa dele...*

*A1: A criatividade...*

*A4: É não dá pra não ser ele...*

No final deste excerto, os participantes, de maneira natural referem-se à quimiosfera, à esquizovisão e ao “affordance”, termos discutidos, no capítulo 1 e que expressam a experiência adquirida ao longo do tempo e sua relação com o meio em que se consolida a pesquisa.

Além disso, os participantes parecem tomar consciência sobre a necessidade de se conhecer a estrutura da disciplina química, seus objetivos e a necessidade de avaliar-se enquanto atores do processo de ensino e aprendizagem. O excerto continua com A5 dando um exemplo da história da química e a esquizovisão.

*A5: O fenol... como surgiu a ideia do fenol, acho que é fenol do Kekulé aquela história do sonho com a cobra...*

*P: Benzeno.*

*A2: Ouroboros.*

*A4: Hum, mas qual é a história?*

*A5: É mais ou menos assim, Kekulé teve um sonho de uma cobra mordendo o próprio rabo e ele pensou, que ele tinha que saber como fazer 6 carbonos e 6 hidrogênios*

*P: De uma forma que representasse sua estabilidade, do anel benzênico, que tivesse ressonância e todas aquelas características do anel...*

*A4: Então ele teve que pensar nisso para depois comprovar...*

*A6: Primeiro pensar depois comprovar que fazia sentido...*

*P: Aham...*

*(...)*

*P: É igual a história da gravidade e da maçã do Newton...*

*A2: Quantas maçãs caíram...*

*P: Eu já vi uma charge que tem a macieira e ela olha e fala, você não é o Newton então eu não vou derrubar a maçã na sua cabeça...(risos).*

*A6: É tipo dá licença que eu tô esperando o Newton (risos).*

*A6: E também mesmo que fosse, a pessoa tinha que ser muito iluminada cair a maçã e ela imaginar um maior negócio, tinha que descer um espírito para ela criar a lei da gravidade!*

*A4: Isso eu acho que também é um problema, e tem muita picuinha entre os cientistas, porque parece que as histórias são simples, né, não foi só isso...*

*P: Exato! Quanto tempo o cara despendeu de estudo e de pensamento...*

*A4: Pra falar é isso, pode ser isso...*

*P: Mas a gente tende em pensar que foi só ele dizer: Eureka!*

*A6: São historinhas que a gente gosta de contar, porque te ajuda a lembrar... Mas você sabe que não é só isso...*

*P: E é exatamente isso que você tem que passar pro seu aluno, se você tiver um... que a ciência é muito mais do que acordar um dia...*

*A5: E deitar debaixo da macieira e esperar ela vir... só vem ciência! (risos)*

Os alunos começam a entender que as discussões feitas ao longo da reunião têm a função de descortinar velhas crenças aprendidas na escola, evidenciando o importante papel do professor ao lidar com a história dos conhecimentos científicos.

Optamos por deixar também o trecho em que os alunos citam a história do sonho de Kekulé e a definição da estrutura do anel benzênico. A forma como a pesquisadora chama a atenção para a história de Newton logo após o exemplo sobre Kekulé pode ser mal interpretada ou vista como errônea pois a comparação não é real.

Segundo registros, adormecido durante uma viagem de ônibus, Kekulé sonhou com a serpente engolindo o próprio rabo. É muito provável que por estar permanentemente com o problema na cabeça sua mente tenha trabalhado na resolução do problema mesmo fora do estado de vigília. Essa é uma das facetas que permite afirmar que a ciência não é feita somente de racionalidade.

Já a história da queda da maçã de Newton, apesar de não ter sido inventada por ele como a conversa sugere, serviu na época para o fortalecimento de sua personalidade permanentemente irritável, exaltada ainda mais por ter que enfrentar Leibniz seu poderoso inimigo.

Mesmo cercada de erros na contação dos fatos históricos, este momento de discussão mostrou como os próprios alunos classificam suas visões de ciência, em sua maioria descontextualizadas historicamente e rígidas a ponto de imaginar ser possível a genialidade a partir de um episódio fantasioso como a queda de uma maçã de Newton.

A essência da ideia de esquizovisão, affordance, quimiosfera e outros pontos imprescindíveis para discussão na formação inicial de professores foram estudados e discutidos mesmo não fazendo o uso de texto exclusivos sobre o tema.

Este encontro foi finalizado com a pesquisadora intervindo e questionando os alunos sobre suas vivências e seis ideais científicos (distinção de sujeito e objeto; ideia de método; objeto científico; regularidade e constância universais; instrumentos tecnológicos e linguagem específica) apresentados no texto que os participantes haviam lido. O excerto abaixo ilustra este momento.

*P: Fechamos o texto aqui... mas aí uma última coisa que eu acho que caberia neste texto que seria pensar na ciência que a gente faz, estamos aprendendo a ciência particular química e a*

*gente está aprendendo ela dentro das aulas teóricas e dentro das aulas práticas, vocês conseguem encontrar esses 6 traços do ideal científico dentro da sua prática? Dentro do seu dia a dia no curso, vocês conseguem enxergar os ideais da ciência?*

*A4: Muitos destes da linguagem não faz sentido... O da tecnologia, instrumentos tecnológicos faz bem sentido porque a gente tem que usar isso como ferramenta para aprimorar conhecimento, o da análise e síntese também...*

*P: Você acha que esses ideais estão mais inseridos nas aulas teorias ou práticas?*

*A6: Na prática eu acho...*

*A1: De norma eu acho.*

*A6: Porque numa aula teórica você não está muito perto, por exemplo da tecnologia você usa mais na prática usando os equipamentos e tudo mais... É que assim, eu acho que quando você vai dar uma disciplina você tem um roteiro, por exemplo, química geral 2, esse roteiro é aplicado tanto em química como em engenharia, então são vários professores que criam aquele roteiro, e a gente sabe que cada pessoa tem um jeito de lidar com a situação, então talvez em algumas coisas seja diferente no laboratório dele e na aula, eu acho que na aula é mais padronizado...*

*P: Entendi, por exemplo como ela coloca aqui, será que tem a preocupação de sujeito e objeto, espera-se que o aluno abandone sua afetividade ao entrar no laboratório?*

*A4: Acho que não, acho que com a pesquisa dele ele é mais objetivo, e com os alunos tem a didática não é tão sério...*

*P: E não é cobrado dos alunos, e aí, só para fechar, a ideia seria assim como é sua vivência dentro do laboratório, qual é sua impressão que você tem num dia de aula de laboratório, além de lembrar de pegar o jaleco, qual seria a sequencia que descreve uma aula de laboratório?*

*A4: Primeiro você tem que se preparar ler o que você vai fazer para não chegar perdido, e na aula mesmo você segue as etapas que são previamente passadas*

*A6: É repetição, você segue as ordens, eu acho que você não entra no laboratório esperando descobrir algo novo...*

*A2: É...*

*A6: Ou então ser o cientista neste sentido, você entra esperando aprender o básico dali, por exemplo quando você tem laboratório de geral você aprende sobre vidrarias no primeiro, e vai avançando... em quali você vai aprender as análises básicas pra ser um químico analítico qualitativo, é mais reprodução...*

*P: Reprodução do conhecimento, e aí imagina-se que o conhecimento está pronto...*

*A4: É, diferente de entrar no laboratório que não é disciplina, porque aí você vai pesquisar uma coisa que você não está vendo na aula, aí acho que é uma postura diferente.*

*A6: Eu... quando eu entrei, eu fiz o técnico, né! Então, tipo, a minha cabeça quando eu ia pro laboratório do técnico não mudou muito pra cá...*

*P: Não?*

*A6: Não no sentido que a gente ia também reproduzir as coisas, e o técnico é preparado para a indústria e a indústria quer que você reproduza as análises, então não mudou por enquanto no laboratório justamente por isso porque é diferente fazer uma pesquisa e é diferente de você aprender a relação daquilo, eu sei que eu vou aprender um pouco mais, porque o técnico é limitado, quanto eu tive quali no técnico eu não cheguei nem na metade do que eu vi aqui, foi bem básico mesmo, grupo 1 ácido clorídrico e só, por exemplo, mas ficou neste sentido não vou aprender alguma coisa nova vou reproduzir...*

*P: Então você acha que se um dia você entrar numa iniciação científica no laboratório de alguém você acredita que vai ser diferente?*

*A6: É... eu acho que só fazendo uma iniciação científica eu vou conseguir ver outro caminho, porque eu sei que por exemplo, quando eu trabalhei numa indústria de cosméticos tinha o laboratório de pesquisa que você tinha vários roteiros a ser seguidos mas a intenção era buscar novos cosméticos com mais eficiência e tudo mais e você via a diferença entre ele o laboratório de análise também, que era só repetição, repetição e aprova o produto, então eu tive uma oportunidade de ver como é a pesquisa na indústria. Não sei na faculdade, mas acho que só fazendo uma iniciação que eu vou conseguir pensar estou sendo cientista, por enquanto eu sinto que estou só aprendendo ciência mesmo.*

Segundo a vivência dos alunos, as aulas de laboratório e, portanto, as atividades didáticas experimentais, se resumem a repetição de roteiros. Apesar de A4 afirmar que é

preciso saber o que será feito durante a aula, não há menção ao entendimento da teoria que fundamenta o experimento ou a necessidade de estar preparado para uma proposta investigativa; é preciso conhecer os passos que serão seguidos durante a aula “para não ficar perdido” ou seja, não há forma de interagir na aula que não seja pela repetição das ordens contidas no roteiro elaborado pelo professor.

Além de ignorar a linguagem simbólica da química, neste excerto fica claro que os participantes entendem que há diferenças entre laboratórios didáticos e laboratórios de pesquisa, sendo o primeiro destinado a formação de “técnicos” (LATOURE; WOOLGAR, 1997) e repetição de procedimentos e o segundo responsável pela inovação a partir de investigações e resolução de problemas reais.

Novamente, os participantes fazem comentários que se encaixam em nossa fundamentação teórica mesmo sem as ter lido. Ao falar sobre suas vivências, A6 referencia o texto de Latour e Woolgar (1997), colocando os alunos de graduação no mesmo patamar dos técnicos, cuja preocupação centra-se principalmente na execução correta de roteiros e na coleta de dados para elaboração de relatórios.

Preocupa-nos o fato de que os alunos se referiram apenas a experimentos tradicionalistas, ou seja, baseados em roteiros com resultados altamente previsíveis e definidos que valorizam apenas a manipulação de vidrarias e reagentes e não a manipulação de ideias, problemas e o levantamento de hipóteses a partir de dados previamente coletados.

Levantamos a discussão sobre esse assunto pois concordamos com Monteiro (2018) no que diz respeito ao uso de atividades experimentais em todos os níveis de ensino,

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 (MONTEIRO, 2018, p.42)

As habilidades desenvolvidas pela experimentação investigativa parecem ser essenciais para a formação de um professor que reflete sobre sua prática e planeja aulas inovadoras que proporcionem situações de aprendizagem nas quais os conhecimentos de química são abordados de maneira crítica e instrutiva.

Nesse cenário pensemos juntos: Como formar profissionais com este perfil dentro de um ensino tradicionalista?

### 5.3 Episódio 3 – 4ª Reunião do GEHFC

*Categorias abordadas neste episódio:* diferentes formas de ver/fazer ciência; vivências em laboratório; ensino e aprendizagem de química; pluralidade; atitudes filosóficas, problematização/contextualização da química e quimiosfera.

*Argumentos aglutinadores:* Os participantes se posicionam a favor da contextualização e problematização da química principalmente para seu ensino e iniciam-se discussões sobre a pluralidade da química e de atitudes filosóficas.

Diante das discussões feitas no episódio anterior, no qual os alunos ressaltavam as diferenças dos objetivos dos professores em laboratórios didáticos e laboratórios de pesquisa, decidimos apresentar outras questões que movem a pesquisa em ciência.

Para isso, usamos um texto que abordava o cientificismo e o papel do cientista no âmbito social. Antes de iniciar o texto, os alunos teceram comentários sobre a aula de HFCEC da semana anterior na qual foi estudado o filósofo Thomas Kuhn, como se pode ver no excerto a seguir.

*P: Algum comentário sobre a semana passada? Ah, uma coisa que eu achei bem interessante a fala do professor convidado, ele fazia uma explanação tão boa que me fazia acreditar que a ciência é kuhniana, por vezes, o professor da disciplina dava exemplos que pareciam que a gente está vivendo um paradigma e somos a ciência normal trabalhando dele, né? Mas a gente tem sempre que deixar na nossa cabeça que estamos entrando em contato com visões e leituras de ciência. Precisamos pensar se estamos vivendo essa ciência ao formato de Kuhn e se a gente pode abandonar o que a gente já aprendeu, será que a gente não está vivendo uma ciência ao formato de Popper, ou um indutivismo... conforme as falas vão acontecendo as pessoas “vendem tão bem o peixe” que parece que estamos em pleno desenvolvimento do pensamento destes filósofos.*

*A4: Tem uma teoria do que é ciência atual, assim, que está vigente? Porque quando a gente viu a primeira aula parecida que éramos indutivistas, mas depois da aula passada dá para assimilar que somos a ciência normal trabalhando no paradigma...*

*P: Essa é a grande pergunta, né! O que é ciência afinal?*

*A5: Você termina com uma dúvida maior que você começou...(risos).*

Ainda não convencida da pluralidade de atitudes filosóficas e do paralelismo de ideias, A4 procura por uma filosofia da ciência que defina e explique o que é ciência na atualidade e A5 ironiza a complexidade da questão feita por A4, fazendo alusão ao pouco conhecimento que eles têm sobre a ciência.

Neste dia, a sala está mais cheia; há sete participantes, e todos começam a falar ao mesmo tempo, não sendo possível transcrever a fala dos alunos; alguns expressam a expectativa de terminar de ler o livro do Chalmers (1993) e encontrar a resposta para a questão que dá nome ao livro, outros esperam que os textos lidos no GE complementem o

livro lido na disciplina. A gravação torna-se menos conturbada quando a pesquisadora retoma às atividades esperadas para o dia.

*P: Entrando agora no texto da semana passada, dos traços do ideal científico, página 293 do material que entreguei para vocês, quem estava aqui na última reunião falou um pouco sobre o método, as regras...*

*A4: Mas, assim, igual a gente discutiu a semana passada do ideal científico e do método elas são os finais de hoje, porque a gente chegou a algumas contradições, lembra da linguagem e tal...*

*P: A gente percebe que mesmo esse livro da Chauí, de uma edição de 2010, ou seja é uma edição atual... ele tem umas proposições do que é ciência que nós aqui conversando na semana passada criticamos, lembra daquela parte da linguagem... que a ciência tem uma linguagem específica, própria mas que em sala de aula a gente modifica para ser mais didático, se permite que se faça aproximações, metáforas, analogias para se tentar explicar melhor o conteúdo...*

*A4: E ela fala que não tem que fazer isso!*

*P: Na ciência, né, e nós estávamos falando da forma de ensinar ciência. São coisas diferentes.*

*A5: Foi aquela parte que a gente, a gente não, né! Ao longo do tempo se desenvolveu uma linguagem específica e própria para a ciência que a gente modifica e coloca um monte de coisa para explicar.*

*P: Isso... colocamos uma crítica, né! Tendo a ciência demorado tanto tempo para se desenvolver numa linguagem específica, própria, sem polissemias e conotatividades a gente pega e coloca analogia, metáforas para tentar ensinar conceitos abstratos.*

*A8: Coloca uma família inteira da tabela periódica numa frasezinha.*

*A5: E não explica o porquê que está organizado daquele jeito!*

*P: Aí o professor pega esse conhecimento e simplifica em uma frase para decorar.*

*A4: E é necessário né, ajuda a ensinar!*

Na reunião anterior, o texto trazia considerações sobre a linguagem da ciência e sua necessária especificidade. Durante as discussões, os alunos falaram sobre a necessidade de usar metáforas e analogias para ensinar determinados conteúdos extremamente abstratos da ciência e como essas figuras de linguagem ajudavam no entendimento do conteúdo de química.

Falamos sobre os limites e potencialidades do uso de analogias e metáforas, concluindo que elas são necessárias em alguns casos, principalmente quando lidamos com alunos mais jovens, mas que, além de fazer o uso de analogias, precisamos levar em consideração uma discussão com os alunos sobre os limites destas aproximações.

Mesmo participando desta discussão e na reunião anterior concordando com o que foi falado, A4 sinaliza que para ensinar e aprender química é necessário fazer uso de frases que ajudam na memorização de conceitos como os elementos da tabela periódica, ressaltando uma forma de ensinar química descontextualizada.

Essa consideração vai em linha contrária a apresentada por A8 e A5 que criticam essas ações e posicionam-se a favor da problematização e contextualização, em concordância com a apresentação do motivo da organização das famílias da tabela periódica ao invés do uso de recurso memorístico.

Com esta discussão, entendemos estar trabalhado a argumentação crítica sobre como o conhecimento é estruturado na química e em seu ensino, como proposto por Erduran (2005) e Lemes e Porto (2013).

A discussão segue acalorada e, mais uma vez, para voltar ao objetivo do dia, a pesquisadora chama a atenção dos alunos para o texto. Como feito na última reunião, os alunos se dividem e simultaneamente fazem a leitura de tópicos do texto, em um segundo momento os alunos expõem o que entenderam do texto de maneira crítica aos colegas presentes.

*A4: Ele fala que a teoria sempre está na frente, a tecnologia está sempre atrás da teoria, isso me fez lembrar o exemplo de quando começaram a fazer os modelos de moléculas que a gente usa hoje, eles fizeram de um jeito, há uns 60 anos atrás. Hoje com a tecnologia que a gente tem um microscópio não consegue ver os átomos em si mas conseguiram ver uma molécula e a teoria se confirmou a partir dessa foto, essa prova comprovou que é muito parecido com uma teoria, é a teoria que dá o impulso para a tecnologia.*

*P: Isso... Fazendo um contraponto, né! Lembra do indutivismo? Se fazia observações e chegava a uma teoria geral, e aqui na visão utilitarista a partir da teoria você desenvolve coisas pelo experimento, então você pode ter teoria e depois prática, e as vezes prática e depois teoria. E outra coisa que cabe na ideia do utilitarismo são os aparatos tecnológicos que temos em casa, né! O micro-ondas não foi feito exclusivamente para esquentar sua refeição rapidamente, ele tinha outro uso prático pra ciência em primeiro lugar.*

*A8: Qual era?*

*A3: Era a história do Bolser, foi um pesquisador... você já viu?*

*A8: Lembro vagamente, não era aquela história que ele tinha um chocolate e fazia testes com micro-ondas e viu que derreteu, aí a Alemanha nazista se interessou pelo fato?*

*A3: Ainda bem que guerra acabou e não deu tempo deles usarem para matar as pessoas nos campos de concentração! A primeira ideia era usar as micro-ondas como meio de comunicação, talvez as primeiras ideias de celular e tal e acabou tendo uma outra aplicação.*

*P: Bem diferente da aplicação atual. Tem um documentário da Discovery sobre essa história, se não me engano.*

*A8: Já vi o da descoberta do raio-X.*

*P: Tem vários na verdade... Vocês já viram aquele da bomba nuclear? A Little Boy e a Fat Man... em linhas muito gerais, criou-se uma base científica em uma vila e convidaram os melhores cientistas para morar lá...*

*A8: Quando chegaram descobriram o que foram fazer...*

*P: Na verdade, só chamaram os melhores porque eles queriam fazer uma coisa grandiosa, ou seja, na guerra se tem interesse em armas potentes como a Little Boy e a Fat Man...*

*A3: É tinha um interesse... dinheiro!*

*A4: Eu acho que eles sabiam... esses cientistas sabiam para quê foram convidados.*

*A8: Acho que ciência de guerra tem aquilo... você vai trabalhar, mas não vai saber pra quê... mas a gente vai pagar!*

*A4: Eu acho que eles sabiam, porque eles não iam ser tão inocentes para não saber onde aquilo ia chegar...*

*P: Lá no documentário da Discovery, lógico que tem toda uma trama cinematográfica por trás, mas um deles, o Feynman eu acho, tentou suicídio depois que ele viu a consequência do trabalho dele.*

*A8: Ele viu o que ele fez!*

*A3: Não dá pra saber né, as vezes ele meio que sabia, mas não queria acreditar!*

*A1: As vezes o cara tava tão focado que não pensa nessa parte da consequência.*

*A4: Bem ingênuo, né?! (risos)*

*P: Bastante!*

A questão utilitarista da ciência era tema de um dos tópicos do texto e com ela todos começaram a lembrar de exemplos da história que remetiam ao uso de tecnologias e equipamentos para funções bélicas. Chama nossa atenção a crença que alguns alunos possuem na ingenuidade dos cientistas em relação aos interesses políticos e econômicos de determinadas épocas.

Até este momento, os alunos pareciam acreditar que a ciência e o trabalho do cientista eram neutros e isolados em seus laboratórios de pesquisa. Esta visão é reflexo da falta de discussões sobre a natureza da química, a ética e a consciência de que somos todos sujeitos históricos influenciados pela sociedade em que vivemos.

Essa visão elitista é colocada em evidência no decorrer das discussões desta reunião, como no trecho:

*A5: Para fechar meu tópico, a explicação científica e a teoria acabam conhecendo muito mais fatos e relações do que era necessário para solucionar o problema prático, mesmo que você tenha um objetivo, no meio do caminho você pode descobrir mais coisas, pelo menos foi o que eu entendi, não é porque você está querendo chegar a um ponto que você não pode evoluir ou aplicar em outras áreas, o micro-ondas pode matar pessoas e esquentar marmitas... De tal modo que as pesquisas teóricas vão avançando sem a preocupação prática, ou seja a ciência pura, é isso.*

*P: Vocês lembram daquele comercial de TV que falava assim: “O que move o mundo? Não são as respostas que movem o mundo, são as perguntas!”*

*A5: Era do Futura eu acho...*

*P: Ele enfatizava-se que a ciência em sua maioria começa com perguntas, ou seja, a ciência aplicada. Se você tem uma pergunta e você tem que...*

*A8: Procurar uma solução*

*P: E nesse caminho você pode achar algo que você não esperava ver... aí vem uma pergunta que é mais pessoal pra gente conversar... Qual visão de ciência você tinha antes de entrar na universidade, assim, ela era utilitarista ou era desinteressada? Você tinha alguma ideia?*

*A4: Um professor já fez essa pergunta pra gente no primeiro ano, e na resposta eu falei que eu queria saber as coisas, entender como as coisas corriam, acho que seria na linha de pensamento não utilitarista, mas do conhecimento assim, mas agora mudou, você não precisa ficar restrito ao conhecimento puro, você pode usar esse conhecimento para alguma coisa...*

*P: E vocês compactuam com a ideia? Mudou alguma coisa do que você pensava antes e pensa agora sobre ciência? Permanece igual, como que é? Apesar que alguns aqui só tem 6 meses de contato com a universidade, deu tempo de mudar, não deu, como é?*

*A5: Eu concordo com ela! A gente sempre vê assim... Ah! O cientista é uma pessoa inteligente, eu quero ser igual ele, saber das coisas, eu quero entender. Eu lembro que a minha primeira professora de ciências falou, ah, o lado bom de você tipo...*

*A8: Sair daqui tipo o Einstein... (risos)*

*A2: Quem dera! Ela era de física?*

*A5: Era de tudo, eu estava no 9 ano não tinha separado das ciências ainda... tipo era ver uma borracha, alguma coisa caindo, a água correndo, ver algum fenômeno e você saber o porquê daquilo acontecer é bom, traz paz... (risos)*

*A7: Tem isso da gente pensar... Poxa, um cientista é aquela pessoa inteligente, eu quero ser isso!*

*P: Essa era sua motivação? Eu vou fazer química porque vou me igualar as pessoas que eu admiro?*

*A5: Não... era uma coisa assim, as vezes eu tava na faculdade com Y (nome de uma pessoa), daí ele, porque esse espectro aqui é RMN, não sei o quê...*

*A1: E você queria saber o que era?*

*A5: Eu achava lindo, sabe quando você está numa rodinha que tem gringo e você fica tentando entender o que eles estão conversando.*

*A8: Teve um dia que eu fiquei muito interessado em ciência, foi quando meu professor de física do ensino médio... porque eu era aquele aluno chato que ficava perguntando coisas aleatórias... e eu falei assim, "ah professor você poderia falar um pouco sobre onda eletromagnética?", e ele falou assim, "você tem que entender um monte de princípios", e eu falei, "fala mesmo assim", aí ele falou um lá eu não entendi nada, só que me deixou curioso, né! Eu pensei... agora que eu quero entender mesmo, aí eu procurei em casa, aprendi um pouco sobre, mas mesmo assim não deu, mas isso foi uma das coisas que me influenciaram a escolher o curso.*

*A1: A minha foi meio assim, eu acho que isso acontece por causa de tal coisa, aí eu estudo aquilo. Eu acho que o cientista entra no projeto tendo uma noção do que ele quer encontrar, mas aí ele acaba encontrando outras coisas, e isso que é legal de um projeto você tem um ... seria um paradigma?*

*P: Uma questão de pesquisa.*

*A1: E você acaba mudando o que você tinha pensando que era resposta.*

*A5: Então a sua seria uma ideia indutivista?*

*A2: Não, não é.*

*A5: Porque tu já sabe, e só quer comprovar e observa.*

*A1: Mas o indutivista parte de observações, eu só deduzi... tipo é isso.*

*A3: Igual o professor falou na aula passada, quando você começa uma pesquisa você já meio que sabe qual o resultado, mas muitas vezes quando você realiza a pesquisa, ou você induz o resultado ou não é verdadeiro você está fazendo um corte...*

*P: Pelo que vocês disseram parece que quando vocês entraram na faculdade tinham a ideia que iam conhecer a ciência pura... Algo como: o suprassumo da ciência deve estar lá!*

*A4: Parecia ser uma coisa espiritual, transcendente!*

*A8: Que ia ter uma resposta pra tudo!*

*A4: Essa é a melhor!*

*P: E aí conseguiram até aqui?*

*A8: Eu consegui mais dúvida ainda! (risos)*

*A4: Sim! (risos)*

*P: É... O que eu imaginava era diferente... tá vindo como é estranho, eu como professora de química imaginava o contrário, porque se você olhar para o material didático, as apostilas do estado de SP, por exemplo, é muito utilitarista, até os títulos... tinha um que era assim: "A biosfera como fonte de materiais úteis para o ser humano", quando eu olhava para aqueles materiais tinha certeza que os alunos iam sair do ensino médio com uma consciência de ciência utilitarista, aplicada e eu achava que não existia isso que vocês estão falando que vieram buscar aqui dentro da universidade.*

*A3: Até quando tu estavas estudando? Ou só como professora?*

*P: Como professora, eu acho que, bom pelo menos eu, quando estava estudando não tinha essa distinção de ciência pura, ciência aplicada, utilitarismo...*

*A4: Nem ideia de ciência exato você tem...*

Ao serem questionados quanto suas expectativas ao entrar na faculdade e tornarem-se cientistas, os alunos afirmam que nutriam visões ingênuas, idealizando que o trabalho do cientista era estudar e entender como o mundo funciona sem pensar em questões mais utilitaristas.

Ao falarem sobre suas motivações, os participantes expuseram também suas dificuldades, mostrando que após a entrada na universidade passaram a entender a complexidade por trás dos conhecimentos científicos e identificar concepções de senso comum, por exemplo.

*P: O senso comum idealiza o cientista, há uma crença no progresso... por exemplo, se a gente sujar todos os rios do mundo o cientista vai arrumar um jeito de limpar...*

*A4: Eu acho que exatamente por causa desse pensamento que o mundo tá do jeito como ele tá. Porque assim as indústrias jogam corante “a dar com pau” no rio sem preocupação, e várias outras coisas acontecem e ninguém liga, por quê? Uma hora alguém vai resolver, vai ter algum cientista trabalhando nisso. Mas não é assim!*

*A3: E tem aquela outra ideia de que tal coisa é cientificamente comprovada e acabou, ninguém mais discute. A verdade absoluta.*

*A5: É aquela coisa, nós vamos deixar a coisa rolar, e hora mais hora menos vai aparecer um carinha de jaleco branco e falar: Temos todas as soluções para todos os problemas do mundo! A partir de hoje vamos começar a consertar!*

*A4: É... isso mesmo...*

*A2: Exato.*

Nesta reunião, avançamos nossas discussões para a desmistificação de alguns estereótipos que acompanham a ciência no que tange ao trabalho dos cientistas, suas responsabilidades e habilidades. Contudo, ainda há pontos que merecem ser melhor explorados, tais como a ciência e o cientista no âmbito político e econômico, temas que serão abordados na próxima reunião.

Por fim, gostaríamos de chamar a atenção para a fala de A4 ao final do penúltimo trecho trazido nesta seção. O participante diz “nem a ideia de ciência exato você tem” referindo-se a seu mundo vivido e a fase de formação inicial, dando indícios que nossas discussões estão ajudando pelo menos a mostrar a complexidade do tema.

#### **5. 4 Episódio 4 – 5ª Reunião do GEHFC.**

*Categorias abordadas neste episódio:* ensino e aprendizagem da química; diferentes formas de ver/fazer ciência; quimiosfera; esquizovisão; problematização/contextualização da química.

*Argumentos aglutinadores:* São discutidos aspectos particulares da quimiosfera e do ensino e aprendizagem de química e os participantes mostram mais uma vez a necessidade de promover momentos de contextualização e problematização em sala mostrando suas reflexões e apropriações de HFC.

Neste dia, havíamos programado a leitura e discussão do texto “A ilusão da neutralidade da ciência: a técnica e a ciência” (CHAUÍ, 2010, p. 295-297) como forma de desmistificar estereótipos equivocados sobre o trabalho desinteressado dos cientistas e da ciência, amplamente discutidos na reunião anterior.

Contudo, como havíamos combinado no primeiro dia, os alunos eram livres para colocar suas demandas de discussão durante as reuniões e por isso esta reunião iniciou-se com discussões sobre o trabalho de HFCEC que deveria ser apresentado às 19h.

Foi solicitado a eles que inicialmente estudassem o capítulo “Teoria anarquista do conhecimento, de Paul Feyerabend” (CHALMERS, 1993, p. 174-184) e a partir dela fizessem a leitura de um episódio da história da química à luz das principais características da teoria de Feyerabend. Havia dúvidas de como executar a atividade solicitada, por este motivo, houve a necessidade de discutir um pouco sobre as leituras antes de iniciar a atividade prevista para a 5ª reunião. A seguir mostramos um excerto ilustrativo das discussões iniciais do dia.

A6: Eu sei que esse trabalho vai ficar muito estranho porque esse Feyerabend é muito louco!

A2: Ele considera que tudo, tipo, tudo bem vale tudo.

P: O que me chama atenção são as três obras dele, a primeira se chama “Contra o método” a segunda “Ciência uma sociedade livre” e a terceira é “Adeus à razão”.

A7: Como contra o método? Ele não fala que tem que ter mais experimentos para ter mais pontos de vista? Eu peguei na internet um cara da filosofia que falava que ele era a favor de uma teoria ser testada de vários experimentos diferentes para que se tivesse mais pontos de vista para que a ciência fosse mais crítica.

P: O que eu anotei é que Feyerabend é a favor da tentativa de aumentar a liberdade, encorajando a remoção de restrições metodológicas a ponto de escolher entre ciência e outras formas de conhecimento. Informações necessárias de escolha livre não impõem metodologias contra a vontade. A ideia seria assim, você conhece o método você segue ele se você quiser. Ele coloca aqui ó, o cientista não impõe ideologias contra sua vontade, depende da sua vontade, a resolução.

A6: É porque tipo, onde ele quer chegar... a gente vê que existe uma evolução, a HFC é pra mostrar isso, mas se vale tudo não precisa evoluir não faz sentido mostrar isso.

P: Faz uma leitura e mostra (...) que essa ideia não se encaixa no seu episódio.

A2: Esse momento me deu uma luz de como escrever melhor, depois eu vou mandar.

A6: Porque tipo no caso da Terra, quando falavam que a Terra era Plana era a Idade Média e a igreja tinha muito poder, mas antes disso Platão e Aristóteles já haviam falado antes que a Terra era redonda, tá que eles não tinham um nível de pesquisa muito alto.

A6: E eles conseguiam falar que era redonda, aí depois que veio a Idade Média eles esqueceram os gregos, e a terra plana é uma coisa da igreja mesmo, a terra plana é por causa de poder.

A7: Mas porque eles falavam que a Terra era Plana?

A2: Não sei, mas devia ser por poder, dinheiro...

A3: Eu acho que era por conta da divisão céu, terra e inferno. Diante dessa leitura não tinha como refutar né, ninguém foi e voltou do céu ou do inferno.

A2: Eu fico tentando me colocar no lugar, que vida alienada.

A6: Eu acho que o pensamento dele caiba, no caso de duas teorias que são aceitas sem problemas e se segue até que se possa afirmar qual é melhor.

A2: O meu tema é assim...

A6: É... então eu acho que nesse caso se encaixa, no caso de pesquisa na ciência e não fora dela.

P: Mas ele deixa bem claro no texto que o conhecimento científico não é superior. Eu acho que você pode resolver, se pensar assim, o conhecimento científico puro, não é superior, ele tem influências diretas políticas, sociais, religiosas, até atualmente... econômicas ele não é superior a cultura.

A6: Mas os resultados científicos.

A4: Acho que é mais a veracidade científica, a ponto de afirmar mesmo se algo é ou não é. O contrário da religião.

P: E o trabalho do cientista é dentro da produção do conhecimento então todos se conectam.

A8: Tá todo mundo no mesmo barco, uma viagem só!

P: Na ciência tudo vale... (risos)

A8: Estamos quase defendendo ele!

A2: Mas talvez ele falasse isso, porque talvez, se cada um tentasse de uma maneira que ajudasse a juntar numa só, o conhecimento mais abrangente na hora de formular tudo numa coisa só, as vezes ele quisesse falar nesse sentido.

P: As vezes a ideia nem seria falar de juntar tudo e virar uma coisa só, mas que existia uma pluralidade de visões e de interpretações e que nenhuma era superior a outra...

A6: *Talvez faltou só mais um livro para concluir.*

Notamos que os alunos se envolveram em suas investigações, buscando entregar um bom trabalho para o professor, tendo em vista que mencionam, além de ler o texto solicitado, realizar pesquisas de materiais e assistir vídeo aulas sobre os temas.

Mesmo não iniciando a reunião com o texto selecionado pode-se, a partir do trabalho de Feyerabend, dar ênfase nas relações sociais, políticas e econômicas que perpassam a construção dos conhecimentos científicos, pode-se também falar sobre a ideia de pluralidade metodológica, até o momento não considerada pelos participantes.

Partindo dessas questões demos continuidade à leitura e discussão dos textos selecionados para esta reunião.

A3: *No 3 ele dá o exemplo da antropologia, que quando a gente estuda considera os civilizados os homens europeus, brancos e adultos superior, verdadeiro mais evoluído e os africanos, índios, tribos australianas, como inferiores, falso, supersticioso e atrasados.*

P: *Cabe aqui também a superioridades dos homens brancos, europeus civilizados e a inferioridade das mulheres em relação a eles, né! Infelizmente estamos em 2017 tendo que trabalhar essa ideia, né!*

A4: *A ciência ajudou também.*

P: *Existe um dedinho da ciência e da não neutralidade dela...*

(...)

P: *Aí a gente termina a parte da 295. Na 296 começa, “As condições atuais da pesquisa e os grandes interesses do jogo” era mais ou menos aquilo que a gente falou na semana passada dos grupos de pesquisa da hierarquia, da necessidade de se publicar o nome dos grupos de pesquisa, a questão da coletividade, e da necessidade de não ser apenas o cientista, mas falar do grupo de cientistas, né! E ele coloca que antes o cientista era visto como inventor e gênio. Tanto na visão anterior quanto na atual, o senso comum vê a ciência desligada do contexto das condições de sua realização e de suas finalidades. Eis porque tende a acreditar na neutralidade científica, na ideia de que o único compromisso da ciência é o conhecimento verdadeiro e desinteressado e a solução correta de nossos problemas.” Parece que a gente não saiu muito do cientificismo, não é? Estamos melhorando? São coisas a se pensar...*

A6: *Uma pergunta... Tipo, eu contrapor o senso comum com a ciência é a mesma coisa que voltar a discussão anterior do vale tudo, e tudo mais, não que seja o ideal colocar a ciência como melhor, não tem como fazer isso, né? Olhando assim...*

P: *Eu acho que a ideia principal seria tirar essa visão ingênua e neutra dessa ciência que estamos vendo aqui representada pelo senso comum.*

A4: *Eu acho que todo progresso científico, a maioria do progresso científico partiu de situações de guerra, vamos dizer crimes de guerra, e aí você fala nossa será que é interessante mostrar isso para as pessoas?*

A6: *Acho que daí poderia ficar uma imagem de que tudo que temos hoje, que a ciência nos deu foi às custas da morte de alguém.*

A4: *E aí, capaz de ascender a religião e baixar o científico. Como seria menos pior apresentar a ciência para as pessoas?*

A partir da leitura do texto, os alunos tomam contato com vários exemplos que ilustram a não neutralidade da ciência. Optamos por deixar aqui somente uma pequena discussão, uma vez que na maior parte do tempo eles leram em voz alta trechos completos do

texto, intercalados por momentos de silêncio em que todos pareciam estar absorvendo o que foi lido e não demonstravam ter uma opinião sobre o assunto.

Ao final dos tópicos, A4 e A6 mostram a necessidade de mostrar a história por trás dos conhecimentos científicos e dos aparatos tecnológicos, porém preocuparam-se com a questão da historiografia externalista e do envolvimento da ciência com momentos de guerras e conflitos mundiais.

A leitura e reflexão do texto mostrou-se produtiva para a ampliação de repertório crítico e esclarecimento de algumas ideias ingênuas; o trecho a seguir representa essa consideração.

*A7: É interessante a gente pensar na ciência de outra forma, porque você esquece que o cientista é uma pessoa e o vê como um sujeito tão altruísta, né! Engraçado, não vemos como alguém que quer ganhar dinheiro e quer ser reconhecido no trabalho que faz... Pelo menos quando você tem uma visão ingênua da ciência.*

*A4: Na verdade a gente cai em duas formas de ver o cientista, porque ele não é neutro, ou ele é bom ou altruísta, mas, mesmo assim, bom.*

*P: Parece que sempre tem que ter o bom e o mau?*

*A4: É, porque ele vai fazer uma contribuição boa, porque a gente trabalha fazendo uma pesquisa, então a sua pesquisa vai ajudar em alguma coisa, vai ser bom, ou a pesquisa vai ser ruim.*

*A2: Essa história de cientista bom e mau me lembrou as meninas superpoderosas, o pai delas era o bom e o macaco louco que é o cientista mau.*

*A7: Nossa! Você foi longe agora! (risos)*

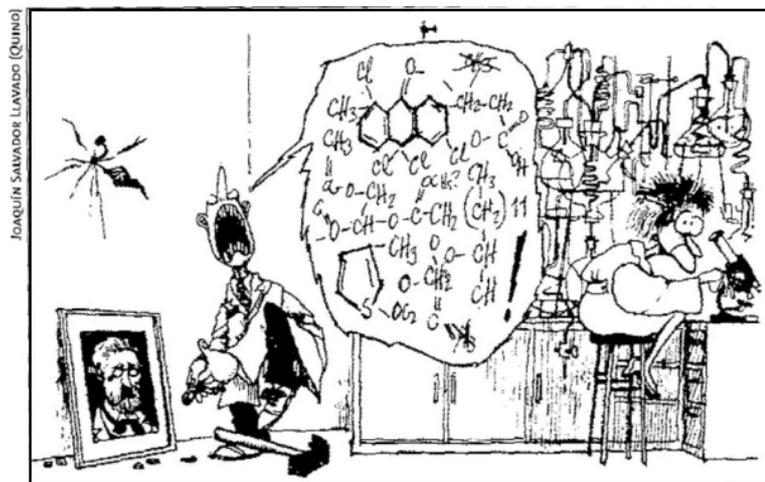
*P: Aí qual é o limite, entre o pai das meninas superpoderosas e o macaco louco, o que o macaco louco fez pra ser tão ruim?*

*A2: É o pior é que foi o pai delas que criou ele, com um super cérebro e tudo mais, tipo Frankenstein.*

Como se vê, os participantes mostram não terem pensado sobre o assunto em momentos anteriores. Em relação à não neutralidade, fica evidente que é necessária uma tomada de posição. A4 sinaliza que é preciso mostrar o lado bom e ruim do trabalho do cientista, porém não acredita que este trabalho seja de todo ruim, pois tem a crença que a pesquisa científica resolve problemas e é boa mesmo quando parece não ser.

É evidente a crença no dogma da ciência e em sua infalibilidade enquanto recurso útil para a humanidade. Ainda falando sobre os estereótipos que acompanham a figura do cientista, a pesquisadora chama a atenção dos alunos para uma imagem contida no livro estudado. A figura 5 retirada de Chauí (2010, p. 298) foi usada nesta discussão.

Figura 5: Charge de Joaquín Salvador Lavado (Quino) sobre a prática científica.



Fonte: CHAUI, 2010, p. 298.

Na sequência apresentamos o excerto ilustrativo com os comentários dos participantes.

P: Antes de começar as exposições, eu queria comentar essa charge da página 298, imagino que uma das interpretações possíveis é que quando algo dá errado e ele xinga como um cientista, usando umas fórmulas, enfim, fazendo aquela caricatura que o cientista é tão bitolado que não sabe xingar se não foi na linguagem científica, o que vocês pensaram, cabe outra interpretação?

A3: Um cara que sabe muito de ciência, mas não sabe pregar um prego, né! (risos)

P: É também cabe essa! Infelizmente a gente tem essa caricatura do cientista, né!

A6: A ideia de uma pessoa completamente engessada, não faz nada da vida, mais nada.

A2: E é como se o que ela faz não é nada, os outros pensam.

A6: É...

P: Tem esses dois lados, o que ela faz não é nada, e que ela é tão bitolada que não sabe nem pregar um prego na parede.

A6: Pode ter uma coluna aí, o prego não vai...(risos)

P: Enfim, tem uma série de fatores que podem gerar uma dificuldade em pregar o prego! Ele usa essa charge para discutir sobre a confusão entre “Ciência e Técnica”, cabe lembrar lá do Ensino Médio Comum e o Ensino Médio Técnico, que promete formar profissionais para o mercado de trabalho.

A6: No Ensino Médio Técnico não tem teoria, tem prática, não importa o que está por trás desde que você saiba fazer... entra muito isso!

A2: Total!

P: Você fez técnico?

A2: Eu fiz, fiz mecatrônica, nada a ver.

A4: Quando eu entrei na minha turma tinha umas meninas que fizeram técnico em química também, e elas manuseavam bem melhor as coisas.

A6: Eu não tive problema em laboratório, enquanto o pessoal da minha sala tinha medo, ou não sabia o que era uma vidraria... Aí tinha que preparar uma solução, eu ficava tipo... Ah tá! Vamos preparar a solução, eu sabia o que fazer, porque na escola não importava o que tinha por trás do experimento, conceito de ligação e tudo mais, tanto que algumas disciplinas eram obrigatórias de laboratório outras eram para passar teoria mas muitos professores usavam mais para usar o laboratório mesmo... Tanto que eu cheguei e achei que laboratório beleza, e geral 1 vai ser tranquilo, daí quando eu vi não sabia nada disso, e o pessoal ficava falando... Ah, você não é técnica em química? Sim, eu fiz, mas não aprendi isso, não era foco do meu técnico saber orbital molecular, por exemplo.

P: Na escola técnica eles queriam te treinar para fazer uma solução, ou para fazer uma análise se determinada solução é ácida ou básica.

A6: Exatamente! Por isso que as indústrias preferem quem fez curso técnico, porque é mais barato e ele vai saber fazer o que eles querem.

A2: E em menos tempo também.

A6: É... Você não tem a oportunidade de crescer, de auxiliar no máximo você vai pra técnico, porque todo mundo entra como auxiliar, e depois de uns 5 anos vai pra técnico, e não tem oportunidade, seu salário não vai mudar muito e você vai fazer o que a empresa precisa.

A2: Nossa, eu não sabia disso...

A6: É! Nas duas empresas que eu trabalhei, meu chefe era bacharel, eu trabalhei numa empresa de cosméticos e numa cervejaria, na cervejaria o único cargo depois de técnico era o dele.

A4: E quantos iguais a ele precisava, né!

A6: Então, só ele mesmo, e na outra empresa minha coordenadora de laboratório era técnica e não tinha graduação, não tinha como crescer também você ia fazer o que a empresa quer e pronto.

A2: Um absurdo!

P: Fica aí a realidade do ensino técnico para quem não teve contato com isso antes, o professor do ensino técnico é treinado para formar outros técnicos.

A6: Inclusive nessa parte de química, a maioria era engenheiro e tudo mais, eu gostava das aulas porque eram pessoas que largaram a indústria por opção porque gostavam de dar aula, diferente dos nossos professores que muitas vezes são obrigados a dar aula... mas enfim... lá eu achava isso muito bom, e muitos largaram a indústria porque queriam dar aula mas tinham a convivência com indústria antes.

P: Bom, suponho que não haja muita confusão entre ciência e técnica depois desses comentários, porém vamos ver o que o texto traz...

Ao iniciarmos as discussões sobre ciência e técnica e suas diferenças, A6 expõe suas experiências vividas e elucida de modo muito prático o funcionamento do ensino técnico e a realidade dos técnicos em indústrias químicas, ressaltando que as atividades desenvolvidas nos laboratórios didáticos da universidade são muito semelhantes às atividades realizadas no ensino médio técnico.

Esse momento tornou-se enriquecedor já que os colegas não haviam experienciado essas vivências e mostraram-se surpresos ao ouvi-las, mostrando que a entrada na universidade não se deu a partir da pesquisa das realidades do químico e técnicos mas pela crença em visões ingênuas ou distorcidas da ciência e do trabalho dos cientistas, já citadas em episódios anteriores.

A6: Aí nessa parte aqui ele fala sobre o senso comum e a ciência que a gente já estava falando. Ele vai falar então que a ciência é a técnica que gera os objetos que a gente usa, o celular, computador e tudo mais. Esses equipamentos vêm com manuais de instrução e a ciência fica baseada nos feitos tecnológicos, e o senso comum vai tratar a ciência como isso, os objetos tecnológicos.

E aí ele vai falar assim: “não percebemos que as pesquisas científicas são financiadas por empresas e governos, demandando grandes somas de recursos que retornam, graças aos resultados obtidos, na forma de lucro e poder para os agentes financiadores”, ou seja, tem todo um trabalho por trás, e grandes influências por trás, e tem todo o custo e investimentos que o senso comum não enxerga isso.

P: E aí cabe também, a questão de que muitos dos discursos que nos motivaram a fazer ciência firmavam-se na possibilidade de dar explicações sobre as coisas do nosso dia a dia. Como foi dito ao longo das reuniões, é muito comum pensar que se você tem o conhecimento científico você tem respostas e eles motivam o aluno a buscar o que está acontecendo no íntimo das coisas...

A6: É, a famosa profissão para o curioso, né! Nossa, quero saber o que está acontecendo vou procurar a ciência!

*A4: É, a pessoa vai até se arrepender um pouco, né! Porque não vai ser bem assim... Vai chegar em momento que você vai falar: o que é isso?*

Neste pequeno excerto, A6 expõe seu tópico de estudo e deixa claro que as influências econômicas e políticas não foram ressaltadas em sua formação, tanto que enfatiza que o senso comum (segundo sua visão de mundo) não está ciente dessas influências e que isso torna a ciência uma profissão para curiosos que de maneira ingênua entram para o meio científico sem ter noção dessas inter-relações.

A discussão torna-se acalorada quando A4 coloca a decepção ao ver que a ciência é uma carreira complexa e depende fortemente de inúmeros fatores além do aprendizado dos conhecimentos científicos e matemáticos.

*A8: Quando você pega integral tripla você já fica meio, o que eu tô fazendo?*

*A4: Era para eu saber alguma coisa, mas eu nem sei o que eu tô fazendo...*

*A6: Mas perai! E o que está por trás? E o fato pelo qual eu entrei aqui? Cadê? Eu não tô vendo, na faculdade você não vê muito as aplicações, está tudo totalmente distante, totalmente fora, onde eu vou usar isso? Não era isso que eu vim fazer... Eu queria ser o que as pessoas acham que eu sou, eu queria saber a fórmula da coca cola, sabe aquelas coisas que eles perguntam?*

*(risos)*

*A6: Na verdade não! Você não vai saber a fórmula da coca cola, fazer drogas, bomba ou coisas do tipo! (risos)*

O pouco uso de propostas inovadoras para o ensino de química pelos responsáveis pelas disciplinas do curso refletem nessa ingenuidade já citada e também causam o sentimento de incapacidade por parte dos alunos, reforçando ideias elitistas, dogmáticas e superespecializadas da ciência.

A6 afirma que “na faculdade você não vê muito as aplicações, está tudo muito distante”, complementando o comentário de A8 que salienta “quando você chega em integral tripla você fica meio, o que eu tô fazendo?” confirmando uma necessária reestruturação nas metodologias de ensino já que não está claro para esses alunos os objetivos de aprender determinados conteúdos, assimilando-os a reprodução de técnicas e resolução mecânica de exercícios.

*P: Terminamos todos os tópicos?*

*A8: Não! Agora sou eu! Aqui no final ele traz essa parte, porque não percebemos o poderio econômico das ciências... vejo como uma crítica que hoje a gente quer ter as coisas tecnológicas e saber mexer mas não saber fazer... Ai no último parágrafo ela coloca, se a gente quer tanto ter, porque não aprender a fazer? Porque isso altera nossa economia e nossa sociedade, e fica dependendo dos outros, comprando coisas do EUA e da Europa, sendo que a gente tem matéria-prima para fazer a mesma coisa o que eles fazem mas prefere comprar pronto. Ao invés de fazer uma coisa mais barata e mais acessível para todo mundo.*

*A7: Quando a gente lê a história do Steve Jobs, ele fala que criaram o primeiro computador na garagem de casa, pra mim é mágico!*

*A4: E pra comprar os contatos metálicos?*

*P: Mas nem que eu tivesse todas as peças eu não saberia por onde começar! (risos)*

A7: *A história é que ele a partir de uma ação dessa criou a Apple e fez um império.*  
 A4: *Meio bonitinha a história né, olha você pode começar a garagem da sua casa e ser igual a mim.*  
 P: *Tem aquele discurso motivador que um dia a gente ouviu na escola e nos fez chegar até aqui...*  
 A6: *Que é falso!*  
 A7: *Que não é neutro!*  
 A6: *É! Verdade!*  
 P: *Mas, ainda sobre a questão da neutralidade, eu assisti esses dias uma entrevista sobre o aquecimento global e a questão política e econômica do CFC, vou mandar para vocês.*  
 A7: *Tem um documentário Ciência Encomendada, acho que é assim, que passou na History...*  
 P: *Esse eu não vi, vou procurar.*

Para finalizar as discussões deste encontro, A8 sinaliza a possibilidade de usar a ciência como forma de obter recursos mais baratos para a sociedade.

Parece ser uma das primeiras vezes que os participantes se preocupam com a relação entre a ciência e a tecnologia para além do utilitarismo. Após a leitura do texto, A8 pensa em formas de baratear produtos tecnológicos por meio de aplicações científicas, mostrando a necessidade de inserir a economia ao processo de produção aparatos tecnológicos previamente desenvolvidos pelo trabalho dos cientistas.

É interessante notar também a tendência dos participantes em julgar-se ingênuos e facilmente manipulados por histórias motivacionais vinculadas pela mídia. Quando fazem comentários sobre a história de Steve Jobs deixam claro sua incredulidade na facilidade com que ele conta ter obtido milhões de dólares em um curto espaço de tempo.

Ao provocar os alunos com a frase “*Tem aquele discurso motivador que um dia a gente ouviu na escola e nos fez chegar até aqui*” a pesquisadora prontamente ouviu “*Que é falso!*”, “*Que não é neutro!*” de A6 e A7 que anteriormente discutiam sobre sua própria ingenuidade e em como as discussões do grupo estão os ajudando a entender o mundo da ciência.

## 5. 5 Episódio 5 – 6º Reunião do GEHFC

*Categorias abordadas neste episódio:* formas de ver/fazer ciência; vivências em laboratório, apropriação de HFC; quimiosfera, pluralidade e atitudes filosóficas na química.

*Argumentos aglutinadores:* Na reunião anterior, A4 e A6 iniciaram uma discussão sobre como ensinar ciência fazendo o uso da HFC, mostrando dificuldade em lidar com a questão do desenvolvimento científico e dos utensílios tecnológicos a partir de motivações bélicas.

Sabendo dessas preocupações e querendo salientar para os alunos as relações entre ciência, economia, política, cultura e sociedade, programamos para esta reunião o texto

intitulado “O problema do uso das ciências” (CHAÚÍ, 2010, p. 298-300) e o vídeo “Efeito Estufa – Entrevista com o climatologista Ricardo Felício no programa do Jô Soares”<sup>19</sup>. As discussões se iniciam com a exposição sobre os usos e limites da ciência.

*A2: Esse parágrafo fala sobre a teoria científica que ela existe para responder problemas teóricos ou práticos e ela vai avançando com o tempo e acaba descobrindo outras questões ao contrário daquela anterior que foi motivo dela estar existindo, e conforme isso algumas teorias são propostas mas elas não conseguem ser aplicadas por causa da época, que nem, os filósofos gregos eles tinham teorias para tal fato mas só mais pra frente outras pessoas conseguiram provar... é isso...*

*A6: E isso que a A2, falou está repetindo no meu parágrafo, e ela fala que esses pontos deixam a ciência como uma coisa muito delicada, né, porque fala aqui, que a física quântica desenvolve armas nucleares, teorias sobre luz e som constroem satélites que podem ser usados tipo, em guerras e mísseis teleguiados, então, por isso que fica algo muito vulnerável e delicado.*

*A4: É engraçado que parece que só depende das decisões do homem da ciência, do mesmo jeito que a gente tem tecnologia para ser usada em outras coisas a gente faz ciência para esses fins.*

*A7: Quando a gente estuda a ciência contemporânea você vê que ela está muito ligada a economia, que a ciência se tornou uma agente econômico e político, aí, porque ela produz telecomunicações, informática... É ela que move a indústria hoje, após a terceira revolução industrial.*

*P: Podemos dizer que não existe mais uma pesquisa científica que não esteja ligada a política, e vice versa.*

*A4: É isso que ela fala nesse parágrafo, que a ciência é influenciada pela política, é o governo que decide que tipo de pesquisa será feita no país, e as grandes empresas também, né, que influenciam.*

*A4: Meio que parece que não tem muita liberdade, você não vai decidir, você pode decidir o que você vai pesquisar porém dentro dessas áreas aqui, que a gente deixou pra vocês escolherem.*

*A2: Foi a política que investiu na ciência, na maioria dos casos, eu acredito nisso.*

Observamos que neste trecho há pouca intervenção da pesquisadora, porém os alunos chegam às suas próprias conclusões, deixando claro que durante a vida universitária pouco participaram deste tipo de conversa, a extrapolação dos exemplos do texto é feita no excerto abaixo.

*A4: É, tipo, agora nos EUA com aquele presidente deles eu imagino que as pesquisas na área ambiental vão cair porque ele não tem interesse por essa área.*

*P: Vale o interesse que o grupo que está à frente da política tem... Não venha com aquela desculpa esfarrapada: “eu faço física porque não gosto de política, estou longe das ciências humanas fazendo ciência”.*

*A1: É exatamente isso que vocês falaram, como o governo que determina quais ciências serão desenvolvidas, o cientista já não tem essa liberdade, além disso o que restringe ainda mais a liberdade dele é o uso daquela ciência que define se vai ser ou não financiada. É o que vocês estavam falando, vai usar ou não? Pra quê que usa? Então... se a gente está numa guerra a gente não vai fazer uma pesquisa sobre aquecimento global a não ser que essa pesquisa sirva para matar ou dominar a outra nação, então dependendo do uso, vai ter financiamento ou não.*

*A3: O meu tópico fala da questão da sociedade, que ela fica distante, ela não tem interesse nas decisões e nas pesquisas, porque as pesquisas já começaram com um propósito, interesse político, econômico, né! Que já foi falado, eles vem antes da pesquisa e a sociedade não se interessa por isso, e acaba não interferindo.*

*A1: E quando interfere tem ainda aqueles extremistas que invadem laboratórios para salvar os animais que estão sendo usado em pesquisas por anos e acabam jogando as pesquisas fora.*

<sup>19</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=NYLDDnrNlo4>, último acesso em: 16 jul. 2019.

*A4: Quantas drogas não foram feitas por causa dos testes em animais, tem isso também, usou animais mais fizeram, né! E aí, você vai deixar de desenvolver uma vacina, deixar de tomar uma vacina por causa disso? Né.*

*P: É aí cabe aquele ponderamento, dá para fazer de outra forma sem usar seres vivos? Talvez daria para desenvolver alguma síntese que simulasse um ser vivo sem precisar realmente usar um.*

*A4: Acho que ninguém é a favor a crueldade, porque a indústria cosmética se você pensar bem é bem cruel, porque não é uma necessidade da humanidade igual uma vacina, é estética, né! Igual aquela vez que invadiram o laboratório dos cachorrinhos.*

*P: Então cabe pensar, será que a sociedade tem ideia do que está acontecendo para poder intervir?*

*A5: Aí no último parágrafo ele vai dar um exemplo. Sobre as decisões das pesquisas sobre seus usos, que são as discussões do que as pesquisas vão fazer, aí ele aponta como um regulador o novo movimento da genética. A questão, dá... dá... bioética. O texto vem falando que a ideologia cientificista seria muito mais forte neste momento, aí eu acho que depende quem está por trás, se tem algum interesse político, militar o que for apoiando vai ter força agora só uma ONG seria difícil. Ele fala disso e fala de limitar o poder de ação. E acaba que a ciência está submissa a tudo e a todos, todo mundo acha bonito as coisas que temos, mas não tem como ter um avanço sem prejudicar alguém, é difícil.*

O texto tinha a intenção de munir os participantes sobre a construção dinâmica, coletiva e plural dos conhecimentos científicos evidenciando as interferências políticas e sociais do desenvolvimento do trabalho científico. O empenho dos participantes e as discussões acaloradas mostram que este tópico ainda é polêmico e dá indícios que eles, enquanto aprendizes de cientistas/ou professores, não tinham clareza sobre essas relações.

Para confirmar nossa suposição, questionamos os participantes sobre suas concepções prévias sobre o assunto. O trecho a seguir apresenta esse momento.

*P: Minha pergunta é: Você tinha a noção disso antes desse capítulo? Que a ciência era tão dependente assim?*

*A5: Não tanto.*

*A4: Não. Na verdade, nem pensava.*

*A1: Acho tecnicamente a gente pensava, no fundo que a gente meio que sabia, né! Tudo que a gente faz está enrolado a alguma coisa, a ciência não está fora da realidade que a gente vive, só que a gente nunca pensou ou discutiu sobre isso, né!*

*P: Vocês concordam? Na biologia vocês discutem mais A3?*

*A3: Acho que ninguém nunca pensou que podia entrar e fazer qualquer coisa, mas na biologia, para trabalhar com animais, você precisa ter uma autorização que entra a parte dos interesses, alguém vai ter que ganhar com isso, alguém vai pagar ou ter interesse na sua pesquisa. Você não consegue pesquisar qualquer coisa, mas vai conseguir se alguém se interessar por isso. Tem que ver quem você vai prejudicar também. Tem aquele professor da química o Marcos Vinícius que ajudou a desenvolver a fosfoetanolamina em várias conversas ele falou que é muito difícil trabalhar e estudar uma coisa que vai contra o interesse das indústrias gigantes, farmacêuticas, ele sofreu bastante e teve que patentear em outro país porque aqui não conseguiu, ninguém teve interesse.*

*A4: A minha impressão é que no curso os professores vão te apresentar o mundo da química, e ele está a seu dispor. Talvez essas questões estão mais ligadas as pessoas que estão trabalhando em laboratório, e pouco discutidas nas aulas, pelo menos é a minha impressão.*

*A3: E muitos professores fazem a gente cair nessa ideia, até falam assim: Ah! Essa área precisa de estudo. Estuda isso aqui que está emergindo, que vai ser bom. Te incentivam, né!*

Pelas respostas, A1 e A3 apresentavam mais clareza sobre essas relações talvez pelo interesse que ambos têm por questões ambientais e relacionadas mais diretamente a biologia.

Como já mencionamos, A3 é aluno regularmente matriculado no curso de biologia e A1 afirma ter entrado no curso de química pela motivação em poder tornar-se bacharel em Química Ambiental e Tecnológica. Defendemos, portanto, que é provável que o mundo vivido destes alunos e as leituras que fizeram sobre o tema meio ambiente os aproximaram das discussões sobre políticas públicas, economia e ciência. Por outro lado, A5 e A4 mostraram-se menos preocupados com tais discussões antes da participação e das leituras propostas pelo GEHFC. Há que se lembrar também que ambos afirmam ter entrado para o curso motivados pela afinidade com a disciplina química do ensino médio e pela possibilidade de resolver problemas usando a ciência, que, segundo suas posturas iniciais, constituía-se de técnicas engessadas, utilitaristas e “neutras” de trabalho.

Como forma de verificar, a partir de conversa informal, se os textos e as discussões feitas no GEHFC até o momento haviam sido frutíferas para a construção de novas concepções sobre ciências e cientistas, a pesquisadora pediu para que os participantes falem sobre a química como ciência particular e o papel da experimentação na química.

*P: Acho que a gente poderia começar a fazer o exercício de tentar definir o que é química, o que é ciência.*

*A1: Antes era fácil definir como o estudo das transformações, dos fenômenos científicos, mas agora cabe um adendo na frase, né!*

*A4: Mas ela depende dos outros campos, da vontade de alguém.*

*P: Ela está a mercê da política, da cultura, do investimento e de uma sociedade que as vezes nem sabe que isso está acontecendo. Aí vem, né, qual que é o papel da química? O papel do químico enfim... é algo a se pensar...*

*A5: É bem complexo, essa pergunta...*

*P: Qual que é o papel do laboratório e do químico?*

*A1: Parece uma marionete.*

*A4: Perde aquele brilho da ciência, tipo, quem faz administração que vai ser útil para determinado setor de uma empresa, eu estou fazendo química para fazer x, y e z só, perde aquela coisa da ciência de pesquisar várias coisas, conhecer o desconhecido e tal.*

*A1: Mas todo campo tem isso, na administração você estuda várias metodologias, teorias para motivar uma equipe e tal e você chega no seu estágio, seu chefe fala você está estudando passa essas coisas pra equipe, foi o que aconteceu no meu estágio, passei pra ele expliquei tudo lá, e tipo, não usou porque não era legal para usar naquele momento, só que era, mas os caras lá de cima não queriam que a gente perdesse tempo com isso, não queria que motivasse ninguém só trabalhasse. Então é isso independente do que você está estudando você depende de uma maior para dizer sim ou não. Agora quando a gente fala qual o papel da química, a gente fala estudar as transformações e blá blá blá, mas agora a gente fica quieto porque a gente sente que aqui em cima tem alguém segurando a gente.*

*P: Eu queria então me desculpar pela frustração causada!*

*(risos)*

*A4: Esse semestre acabou questionando meus atos, tô, assim, refletindo muito mais.*

Ao contrário das respostas dos primeiros encontros, agora os alunos mostravam-se menos ingênuos e mais reflexivos sobre os fatores limitantes da ação do químico no cenário em que se inserem. É levada em consideração uma pluralidade de fatores e principalmente

que há algo maior que governa os experimentos, de modo que os químicos, em seus laboratórios de pesquisa, são como marionetes governadas por interesses de terceiros, evidenciando assim a necessidade da credibilidade e da responsabilidade dos cientistas perante a comunidade e perante aos órgãos financiadores, questões discutidas pela filosofia da química no capítulo 1 deste trabalho.

Como dito no início desta seção, enviamos para os alunos um vídeo ilustrativo do poderio econômico e político no estudo do efeito estufa e de gases poluentes. Nossa intenção era causar conflitos e discussões acaloradas sobre o assunto uma vez que a entrevista foi exibida em um programa de televisão e causou grande alvoroço na mídia na época.

Logo no início das discussões sobre o vídeo, A3 esclareceu algumas dúvidas referentes ao entendimento da biologia sobre a datação dos períodos do planeta, microclimas, aumento da temperatura do planeta e aumento do nível dos oceanos, salientando que para a biologia esses conhecimentos são fundamentais e foram superficialmente apresentados na entrevista.

Na sequência, a pesquisadora levantou alguns pontos para discussão.

*P: Outro ponto importante que ele fala da questão mais histórica foi o caso dos CFCs.*

*A1: Isso me veio a ideia que a gente conversou aqui, que a ciência é muito comercial, né, vamos trocar essa substância porque ela é ecologicamente melhor, do que a já temos feito, só que essa substância não funciona no equipamento que temos, então é necessário trocar tudo de todas as indústrias.*

*P: E imagina o número de indústrias que usam a refrigeração.*

*A1: Então! Aí eu concordo com ele, realmente isso é uma jogada, pegar um problema social e transformar em marketing.*

*A4: Mas no caso dos CFC tem uma ressalva, porque a gente sabe que ele é prejudicial, reage com compostos gasosos da atmosfera, não é questão de marketing, porque proíbem também outros compostos.*

*A3: Sim, acho que nesse caso o que se pode pensar é a urgência de fazer e o que fazer com o resíduo, por exemplo, quando se troca tudo e o que se faz com os equipamentos velhos?*

*A7: Poderia dar um jeito de adaptar, né.*

*A3: E nem sabe se o novo vai funcionar, né, porque ele fala que talvez o substituinte não é tão bom.*

*A1: É, nada é eterno também, né, o que você pesquisa hoje pode não ser bom daqui 10 anos, isso também eu concordo.*

*P: Eu concordo... a gente até viu durante os encontros que a ciência vai tendo movimentos de desenvolvimento, progressos e muitas vezes a gente passa por eles sem perceber, a dúvida será que é realmente progresso ou estamos trocando o sujo pelo mal lavado?*

*A7: A poluição ia ser maior trocar tudo pra mudar de gás?*

*A1: E colocar onde? Eles pensam em determinado ponto e não olham pra outro, tipo os resíduos que isso pode ter, a gente vê na prática, vamos resolver esse problema, mas eles não vêm a complexidade e como esse problema atinge vários pontos.*

*A4: Mas isso acontece o tempo todo, tipo corante de roupa vermelho é altamina, e tipo ninguém liga as empresas estão aí fazendo. Acho que no momento que se fala vamos parar de fazer CFC, concordo vamos esperar os equipamentos deteriorarem e depois a gente troca. Mas parar já é o avanço, no sentido que não serão mais produzidos e eu não sei o que colocar no lugar, também é ruim para as empresas.*

Os próprios alunos desenvolvem seus argumentos sobre os limites e potencialidade do uso de produtos perigosos para o meio ambiente e para a saúde humana.

É interessante destacar como a fala dos alunos tomou contornos contextualizados e dinâmicos sobre o desenvolvimento dos conceitos científicos ao longo dos encontros, como no trecho da fala de A1 “*o que você pesquisa hoje pode não ser bom daqui 10 anos*”, que mostra a dependência direta entre a ciência a história, cultura e sociedade na qual está inserida, por meio de linguagem própria e da construção interdisciplinar dos conceitos científicos.

Este mesmo movimento de descortinamento é evidenciado no trecho abaixo, no qual A5 diz: “*A gente era mais feliz antes dos textos. Achava que sabia alguma coisa*”, evidenciando como as leituras e discussões escolhidas foram libertadoras de amarras ingênuas para a formação dos participantes do GE.

*A4: A hora que ele falou da camada de ozônio, eu fiquei assim... É permitido falar isso na TV?*

*A5: O que ele falou?*

*A4: Que ela não existe.*

*A3: É eu acho que faltou explicar melhor, não é que a camada é de ozônio, só ozônio, tem vários gases envolvidos, só que ele não aprofunda.*

*P: Pode ser que a fala não foi muito feliz, era preciso explicar melhor alguns pontos... Aí vamos caminhar para o fim, porque já é quase hora da aula, vou deixar com vocês um texto.*

*A5: A gente era feliz antes dos textos. Achava que sabia alguma coisa.*

Em suma, essa reunião evidenciou pontos poucos explorados nas falas iniciais dos participantes, servindo para alguns como primeiro contato com discussões sobre as relações entre ciência, política e economia.

## **5. 6 Episódio 6 – 7ª Reunião do GEHFC**

*Categorias abordadas neste episódio:* formas de ver/fazer ciência; ensino e aprendizagem de química; apropriação da HFQ, pluralidade e atitudes filosóficas.

*Argumentos aglutinadores:* Os participantes refletem sobre suas visões antes e após do GEHFC salientando pontos sobre a pluralidade da química e seu ensino.

Esta foi a última reunião do GEHFC. Nela fizemos a leitura de dois textos; no primeiro, lemos sobre a história da Química Industrial em períodos de guerra, mais especificamente durante a 1ª GM e a necessidade da participação feminina neste cenário. O segundo texto trazia discussões sobre a importância de se inserir a HFC no ensino de ciências, mostrando a necessidade de formar os professores para este trabalho.

A leitura do primeiro texto provocou discussões sobre as mulheres no desenvolvimento dos conhecimentos científicos, os participantes mencionaram várias

histórias simplificadas e anedóticas como a descoberta da radioatividade por Marie Curie e seu marido e os trabalhos de Lavoisier tendo sua esposa como importante ilustradora de seus equipamentos de laboratório e experimentos.

Um dos trechos finais desta conversa chamou nossa atenção devido ao incômodo de A4 em relação à pouca representatividade feminina no departamento de química a qual o curso pertence. O excerto a seguir ilustra esse episódio.

*P: Eu vou falar um pouco do texto que eu passei para vocês na aula de hoje a noite. Em linhas gerais é isso que vocês comentaram mesmo... Ele tem a intenção de mostrar que toda vez que um trabalho, cargo, toda vez que ele é exaltado diminui-se o número de mulheres e toda vez que ele era rebaixado aumentava-se o número de mulheres. E eu vou colocar todos esses verbos no passado para tentar tirar essa realidade da nossa atualidade.*

*A4: Quando ela falou de corresponsabilidade feminina no texto eu lembrei na hora de direção e aquela ideia que mulher dirige mal. Mas tem isso em todo lugar, né! Você olha para o departamento e vê que nem mulher têm! Aliás tem uma mulher professora, mas nem fica aqui, tipo o banheiro feminino é um depósito de vassoura.*

No segundo texto usado nas discussões do dia, apontamos para a necessidade de estudar e praticar a HFC na formação dos profissionais de ciências.

*P: O que eu tinha trazido para hoje, são três páginas, mas o mais interessante é essa parte do meio. Pega aqui. Eu tive a preocupação de trazer textos relativamente novos, o mais velho que a gente estudou era uma edição de 2010, realmente pra mostrar que este tipo de pesquisa está sendo feita e é atual. Aí, eu queria que vocês olhassem ali, fundamentos para a formação inicial de professores de ciências, terceiro parágrafo.*

*A1: Onde você grifou.*

*P: Isso. Durante as aulas de HFC ou as de teoria, Química Geral I, ou outras, você consegue enxergar essa compreensão das ideias científicas e as formas como elas estão sendo afetadas nos contextos políticos, sociais morais? Dá pra perceber na aula?*

*A4: Quase nunca.*

*A1: Pouco.*

*A4: Pode falar.*

*A1: Eu acho que eu tive essa noção de interdisciplinaridade e da sociedade desses contextos foi na aula do convidado X na aula de HFCEC só, porque ele contextualizou o tempo e a época política, porque dos outros eu só estudei aquele autor, aquele filósofo e fim.*

*P: E nas outras aulas?*

*A4: As outras aulas de química elas parecem tipo pacotes, esse é o conteúdo que nós vamos aprender e é isso, a gente não vai ver como se deu aquilo nem porque ou como a sociedade lidou com essa informação, entre outras coisas que a gente não vê também, mas pela importância de se conhecer exatamente aquilo, milhares de outras coisas também não são faladas na mesma proporção.*

*P: E por exemplo, naqueles trabalhos que vocês tinham um tema histórico e tinha que falar sobre ele, aqueles trabalhos ajudaram a ver a natureza política, social, cultural ou foi procurar pacotes prontos de história?*

*A4: Não, no meu ver a disciplina inteira, de HFC foi tipo de abrir horizontes, diferente das outras aulas, e da outra disciplina dessa que eu fiz, essa daqui pra começar a pensar sobre as coisas e discutir sobre elas.*

Ao contrário do que é proposto pelo PPP do curso, as aulas de química deste curso parecem não dar ênfase às questões sociais, epistemológicas ou históricas dos conhecimentos

trazidos pela grade curricular, ou o fazem de maneira tão sutil que se torna imperceptível aos olhos dos estudantes.

É inegável o interesse pelas discussões por parte dos participantes A4 e A1 ao longo das reuniões, já que eles são os primeiros a expressar suas opiniões e a interagir com o grupo. Talvez devido a esta motivação pessoal ambos sinalizaram terem gostado muito das discussões tanto da disciplina como do GE.

A4 chega a afirmar que a disciplina HFCEC e o GEHFC foram descortinadores da realidade vivida pela ciência, porém, imaginamos que se as relações histórico/epistemológica/social/políticas fossem evidenciadas nas discussões das outras disciplinas do curso, esses estudantes as teriam identificado, justamente pelo interesse pessoal sobre o assunto.

Sobre o segundo texto estudado, intitulado “Aportes da Filosofia da Ciência na formação inicial de professores de Química e a mobilização do saber e do saber fazer na construção das representações científicas”, selecionamos o trecho a seguir que mostra o avanço do entendimento dos participantes sobre o uso da HFC no ensino.

*A7: No meu ele fala que existe um consenso que o que a ciência produz é diferente do conhecimento do senso comum, porque o conhecimento do senso comum é aquele que a pessoa aprende por experiências, e o conhecimento da ciência é feito a partir de um hipótese, cria-se teorias e tem a prática para aí sim criar uma lei, ele fala que o conhecimento científico ele é objetivo e intelectual da humanidade.*

*P: A gente concorda ou discorda da autora?*

*A4: Concorda, porque conhecimento científico é diferente do senso comum.*

*A1: Calma aí...É que eu tô tentando formular aqui minha parte... Pelo que eu entendi, o estudo sobre como essa ciência funciona deve-se à contextualização histórica e cultural própria das práticas científicas, baseadas em valores construtos e leis produzidas pelos seres humanos, que é o mesmo da produção do conhecimento. Não sei se eu consegui passar direito.*

*P: Deste trecho é interessante também essa parte ali de cima. Ele fala, essas teorias científicas não são somente o método, mas estão ligadas ao contexto histórico e cultural das práticas científicas.*

*A4: Se não fosse assim, uma pessoa do ano 1000 já teria visto a verdade e não precisaria de mais pesquisas.*

*P: Esse movimento se refletiu nos trabalhos que vocês produziram, cabe falar que o método científico traz os conceitos, traz algumas observações, mas que elas são aceitas até determinado momento. Tem toda a provisoriedade, tem a não exatidão, todo esse movimento da ciência que só o método não mostra pra gente, aí cabe aquele adendo a frase, verdade aceita até este momento.*

*A1: O J. D. Lee, é o um dos manuais da Química Inorgânica aceitos hoje, é a verdade aceita até hoje 2017, pode ser que uma futura geração de químicos passe a não aceitar mais essa verdade, descubram alguma coisa que a torne obsoleta.*

*A4: Quem sabe a gente muda o J. D. Lee.*

*A2: Estamos bem se fizer isso, hein!*

*A4: Não custa sonhar!*

Neste ponto, os participantes mostram ter entendido o papel dos materiais didáticos no ensino e a provisoriedade da ciência. Parece haver também evolução no que tange a

apropriação do paralelismo de ideias e da dinâmica do processo de obtenção de conhecimentos científicos.

Ao contrário do que afirmavam na primeira reunião, a descrição de ciência dos participantes deixa de ser indutivista e guiada apenas pelos livros texto usados para ensinar química no ensino superior, passando a considerar inter-relações com outros campos, como se pode ver no trecho que segue.

*P: Ah espera aí! Faltou uma parte, aquela parte ali ó: “a ciência está permeada de valores, construtos e leis produzidas pelos seres humanos”, toda aquela história de guerra e tudo que a gente veio discutindo tinha aquela questão...*

*A1: O que a política e a economia queriam naquele momento...*

*A4: O que era fazer ciência naquele momento.*

*A8: Aqui ele continua, e ressalta o que é “saber ciência” e saber “fazer ciência”, ela cita um autor aqui e compara a ciência a uma língua, por exemplo, você saber inglês e saber falar inglês, saber ciência e saber como a ciência funciona e como agir, como usar é diferente, ele escreve: “saber em que consiste sua prática é saber formular regras ou princípios que esse segue é assim que o primeiro saber não é suficiente para o segundo saber”.*

*A5: Meu trecho não tem muita novidade.*

*P: É mais o fechamento, né?*

*A5: Só que eu já pensei nessa analogia com a língua, por exemplo você está escutando uma música em inglês, você está curtindo e cantarolando acompanhando a música mas você não sabe exatamente o que está cantando. Mesma coisa você técnico ou químico, é contratado para apertar o botão, você fez ciência?*

*A4: Eu acho que você sabe, só. Vamos supor, a pessoa que é contratada para apertar o botão, ele tá fazendo ali. Se ele fosse começar a pensar e ter os conhecimentos para entender por que, como funciona depois que aperta o botão seria um saber fazer.*

*A8: O químico que aperta o botão pode ser uma pessoa que passou por um saber fazer mas neste momento se acomodou também.*

*A5: Mas se for uma pessoa que não teve esse saber fazer anterior.*

*A8: Ela ganha menos mas é paga pelo que sabe.*

*A5: Exatamente, fazer qualquer um sabe, mas fazer e entender é importante, compreender... ela colocou aqui, a pessoa não consegue dizer o conhecimento profundo que está em ação, pra quê apertar o botão, o que esse relatório vai me dar?*

*A8: É igual um amigo meu que conseguiu um estágio em farmácia, ele fazia química, mas conseguiu esse estágio, ele saiu de lá porque basicamente ele só fazia uma coisa o dia inteiro.*

*A1: Igual a A6 falou outro dia, saber qualquer formado pelo ensino técnico sabe, mas o saber fazer precisaria de mais.*

*A4: Acho que não só o ensino médio técnico o próprio cara formado em química, fazendo uma analogia com HFC, eles saem daqui sabendo, mas não conhecendo todo o processo de formação dos conhecimentos.*

*P: E também existe um limite da ação humana, né. Seria muito difícil saber fazer todas as coisas, saber a origem de todos os temas da química, a base cultural, o poder econômico da época, saber um pouquinho...*

*A2: Já ajuda bem.*

As discussões realizadas em reuniões anteriores são refletidas neste trecho. Ao serem instigados a falar sobre “saber” e “saber fazer”, os alunos imediatamente remetem suas discussões aos conhecimentos científicos e conhecimentos técnicos. No trecho final eles iniciam uma reflexão sobre sua formação em HFC, questionando se todos os formandos pelo

curso saberão o que é HFC e como operar com os conhecimentos de HFC em seus futuros trabalhos.

*P: Eu acho que essas discussões abrem um caminho, né! Com certeza a gente não esgotou todos os aspectos da HFC! Aí, no final do texto, ela diz que o professor de ciências, além de saber ensinar ciências tem que saber o que é ciência. Aliás, esse é o título do livro do Chalmers!*

*A8: E não diz o que é, né?!*

*P: Ele passa o livro inteiro mostrando os aspectos da ciência, mas não monta uma frase final respondendo o que é, ele dá pistas para você pensar.*

*A4: Então é esse o objetivo!*

*A2: Talvez ele quer que você diga pra você o que é ciência. Não tá pronto pra você.*

*P: É, ele não vai colocar na última frase, então ciência é dois pontos.*

*A4: Que bom né, que ele não teve essa pretensão, né! Porque pode errar, né!*

*P: O movimento do Chalmers seria exatamente esse, mostrar alguns aspectos da ciência alguns autores que pensaram sobre isso. Na aula de hoje a gente conversou um pouco sobre o que é ciência, podemos dizer que ela não é neutra, desinteressada ... Vou falar um pouco do que conversamos no grupo para quem não participou das nossas discussões.*

*A5: Uma pergunta final, alguém depois de tudo isso, dessas ideias, das correntes apresentadas ficou, tipo, sem saber? Porque eu fiquei num fogo cruzado.*

*A2: Como assim? Em que você ficou perdida nas informações?*

*A5: Não perdida, a ideia era você ler e tudo mais e ter empatia com uma das correntes apresentadas, só que a gente viu...*

*A4: Acho que não era pra ter uma empatia, mas pra você conhecer o desenvolvimento.*

*A2: Não precisa se identificar com uma.*

*A5: É que eu passei em todas as aulas, todos os especialistas falando e agora?*

*A1: Meio que qual é a conclusão?*

*A5: Exatamente.*

*P: Então, eu acho que esse movimento de ir fazendo as definições, que estamos acostumados em livros de química ou de física, por exemplo, movimento uniformemente variado, definição, fórmula, exemplo 1, exemplo 2 e exercício, tem que ser abandonado quando falamos de HFC, porque a gente vai ficar girando sem achar nada. Então, não seria escolher um, mas ver que existem vários, e entender que a ciência atual dependeu de todos esses pensamentos.*

Neste trecho, A5 retoma a necessidade de definir o que é ciência e os colegas passam a questionar qual seria a resposta final do livro que vinham lendo ao longo da disciplina HFCEC. Quando a pesquisadora diz que o objetivo do livro em si era mostrar várias vertentes e que as discussões do GEHFC tinham a intenção de ajudar nessa definição, A8 comenta: “Definir é uma luta eterna entre a objetividade e a subjetividade”.

Os estudantes mostram agora compreender a complexidade da resposta e, assim como Chalmers, não são capazes de dar uma resposta definitiva para a questão, porém mostram ter se apropriado de vários termos e ideias que superaram visões distorcidas trazidas do seu mundo vivido.

Este encontro termina com agradecimentos e uma pequena confraternização, que não foi gravada.

Além das análises já apresentadas ao longo dos episódios, podemos destacar também o empenho de todos os participantes em estarem presentes nas reuniões e promover momentos ricos de discussão coletiva.

Não é raro observar ao longo das transcrições, momentos em que apenas os participantes falam e chegam por si a conclusões assertivas. Este movimento mostra que esta parte da pesquisa criou um ambiente confortável, colaborativo que promoveu o compartilhamento de ideias entre todos os envolvidos.

Acreditamos que por estarem confortáveis para falar, os participantes mencionaram muitas vezes exemplos de seu mundo vivido referenciando as aulas práticas, suas avaliações e a rotina do laboratório, sem que a pesquisadora tenha questionando-os de maneira explícita sobre o assunto.

Por ora, voltemos para a analogia feita ao final do capítulo 4, em que apresentamos a reação química genérica:



É importante destacar que nas reações químicas, é comum que a quantidade de produto seja inferior ao valor esperado, são causas desta diminuição de rendimento:

1. A presença de reagente limitante;
2. Reações incompletas ou reversíveis nas quais parte do produto volta para os reagentes;
3. Reações paralelas na qual parte de um ou ambos reagentes é consumida formando produtos indesejáveis; e,
4. Perdas operacionais fruto de erros do operador e de aparelhagens de má qualidade ou sem manutenção adequada.

Para fazer previsões sobre o rendimento de reações químicas recomenda-se que se faça o cálculo do rendimento teórico, verificando se há reagente em excesso e reagente limitante e que por fim se relacione o rendimento teórico com o rendimento porcentual para avaliar o rendimento real da reação em questão.

Sabendo disso e considerando,



Onde:

A= curso de química;

B= estudantes

C= profissionais formados/professores de química.

Questionamos: É possível olhando para os regentes A e B diagnosticar a perda da qualidade na formação de professores de química (C) neste curso?

Pelas falas dos estudantes ao longo das reuniões podemos considerar que as perdas de rendimento e qualidade do curso começam desde sua organização didático-pedagógica e se estendem a falta de momentos de diálogo entre os sujeitos envolvidos na reação.

Nota-se que os episódios apresentados neste capítulo estão repletos de relatos sobre a crença inquestionável na ciência cercada de visões rígidas, elitistas e superespecializadas do trabalho do cientista, na resolução mecânica de exercícios, na reprodução de técnicas de memorização, na falta de critérios claros de avaliação e *feedback* sobre os relatórios de laboratório e/ou avaliações realizadas ao longo do curso.

Esta problemática torna-se ainda mais preocupante quando trata-se a experimentação como uma atividade do tipo “receita culinária” em que são dadas as orientações sobre os procedimentos, sem muito se articular seus objetivos ao ensino e aprendizagem de conteúdos de química vistos nas aulas práticas por meio do levantamento de hipóteses, resolução de problemas, relações com cotidiano, interpretações de erros ou investigações mesmo que simples.

Assim como nas reações químicas, observamos claramente as causas da perda de qualidade na formação do professor de química por meio de:

1. Agentes limitantes e formações incompletas/paralelas tanto do curso (A), quando dos alunos (B).

Além das inúmeras subjetividades que acompanham toda a ação humana, podemos citar como limitantes a falta, problemas ou deficiências na(s): políticas de permanência estudantil, infraestrutura institucional, diminuição do quadro de funcionários do *campus* (muitas aposentadorias e poucas contratações), acompanhamento psicossocial acessível para todos, formação do aluno a nível médio e a formação didático pedagógica e ontológica dos docentes.

2. Perdas de qualidade por questões operacionais, ou seja, diretamente relacionadas ao planejamento curricular, ementas e planejamentos individuais dos docentes que ministram as disciplinas e não consideram questões importantes para discussão que extrapolem os conhecimentos de química trazidos como obrigatórios nos livros-texto que os guiam.

Mesmo diante deste cenário, esta pesquisa avança para o questionamento direto dos participantes, por meio de entrevistas individuais semiestruturadas, quanto a suas concepções sobre o uso da experimentação no ensino superior, da HFC nas aulas de química, promovendo a reflexão sobre a formação inicial de professores de química e a retomada e avaliação de algumas atividades desenvolvidas no GEHFC.

Temas que a pesquisadora acreditou ser necessário dar maior atenção e obter maiores esclarecimentos para a construção desta pesquisa. Estes temas de entrevista puderam ser replicados no cenário norte-americano, capítulos 7 e 8, promovendo um estudo destas duas realidades.

## **CAPÍTULO 6 ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA DAS ENTREVISTAS COM OS PARTICIPANTES BRASILEIROS.**

Neste capítulo apresentamos os dados e análises referentes à terceira coleta de materiais para esta pesquisa.

O ambiente acolhedor e colaborativo do GEHFC permitiu que muitas ideias fossem compartilhadas e com elas observamos o desenrolar de várias discussões, porém observamos também que alguns participantes se mantinham calados por longos períodos apenas ouvindo os colegas falarem.

Estes participantes mais calados mostravam interesse em conversar com a pesquisadora em particular, antes ou após as reuniões do GEHFC, tecendo comentários interessantes sobre suas vivências, anteriores à universidade e atuais, ligadas a temas abordados nas reuniões.

Além disso, o tempo das reuniões parecia ser pouco diante do montante de ideias que fervilhavam nas cabeças dos participantes, por várias vezes nos intervalos ou após as aulas de HFCEC os participantes procuravam a pesquisadora (que estagiava na disciplina) para fazer comentários e referências as conversas do GE que se encaixavam nas discussões que ocorriam em sala de aula.

Por estes motivos sugerimos aos participantes que nos concedessem entrevistas individuais que foram agendadas ao final do semestre, devido a disponibilidade de tempo dos participantes interessados.

O quadro a seguir, apresenta a grade de perguntas usada durante a entrevista. É importante salientar ainda que, antes de iniciar os participantes eram encorajados a usar o tempo, os relatos de vivência e os exemplos que julgassem importantes, e que a pesquisadora, assim como nas gravações dos encontros do GEHFC garantia o anonimato dos participantes e entendia que não haviam respostas certas ou erradas, já que o objetivo da entrevista era vislumbrar e mapear as impressões pessoais dos participantes.

Como se pode ver, a grade de perguntas (quadro 9) foi dividida em três blocos, o primeiro questiona os participantes sobre suas vivências anteriores a entrada na universidade, ou seja, durante o ensino médio. No segundo, as questões referem-se as vivências atuais no processo de formação no ensino superior. E, no terceiro bloco, os participantes são questionados sobre a disciplina de HFC no ensino e sobre o GEHFC de maneira pontual.

**Quadro 9: Grade de entrevista semiestruturada usada nesta pesquisa.**

<p>Bloco I</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Em que ano você terminou o Ensino Médio?</li> <li>- Em qual modalidade você cursou o Ensino Médio? (Ex: Meio período, Integral, Técnico, Público, Particular, etc.)</li> <li>- Você tinha aulas de História, Filosofia e Ciências (Química/Física/Biologia) regularmente? Elas se relacionavam?</li> <li>- Qual material didático era usado nas aulas de História, Filosofia e Ciências?</li> </ul>
<p>Bloco II</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Em que ano do curso você está?</li> <li>- Por que está cursando a disciplina HFC?</li> <li>- Fale (exemplos e vivências) sobre suas aulas (teóricas e práticas) no curso de química. Há uma rotina nas aulas? Teoria e Prática andam juntas?</li> <li>- Elas te motivam a: buscar mais conhecimentos/ fazer perguntas/ elaborar hipóteses e testá-las/ observar fenômenos e buscar explicações/ investigar assuntos que te interessam</li> <li>- Você mudaria algum aspecto em relação a forma como os conhecimentos químicos são trazidos até você no curso?</li> </ul>
<p>Bloco III</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Qual era sua expectativa com o GEHFC, já participou de outro grupo de estudos (com professores/ somente de alunos)?</li> <li>- Neste momento estamos em fase de finalização da disciplina e do GE, e eu gostaria que você lesse sua primeira atividade (T1). Você mudaria algum aspecto da sua resposta?</li> <li>- Como você avalia o GE? Ele de alguma forma contribuiu para sua formação? Explique.</li> </ul>

Fonte: Nossa autoria.

A entrevista se deu de forma semiestruturada, ou seja, “a partir da combinação de perguntas fechadas e abertas, em que o entrevistado tem a possibilidade de discorrer sobre o tema em questão sem se prender a indagação formulada” (MINAYO, 2012, p. 261).

Em suma, salientamos que durante as entrevistas privilegiamos a interação social e a dinâmica das relações, logo, o processo se deu de forma parecida com uma conversa, assim toda vez que a pesquisadora julgou importante novas questões foram feitas para o esclarecimento de ideias. Para Manzini (2004, p.6)

Um roteiro bem elaborado não significa que o entrevistado deva tornar-se refém das perguntas elaboradas antecipadamente à coleta, principalmente porque uma das características da entrevista semiestruturada é a possibilidade de fazer outras perguntas na tentativa de compreender a informação que está sendo dada ou mesmo a possibilidade de indagar sobre questões momentâneas à entrevista, que parecem ter relevância para aquilo que está sendo estudado.

A análise textual discursiva das entrevistas nos permitiu organizar o material coletado em cinco seções, apresentadas em três blocos, a seguir.

## BLOCO I

### 6. 1 A HFC/HFQ nas vivências dos participantes no Ensino Médio.

*Categorias:* historiografia; ensino e aprendizagem de química.

*Argumentos aglutinadores:* Pedimos para que nossos participantes falassem sobre suas vivências e o uso da HFC/HFQ ao longo de sua vida escolar, antes da entrada na universidade.

Os trechos a seguir são representativos desta seção, pois mostram que nossos participantes pouco entraram em contato com propostas inovadoras que uniam a história e a filosofia ao ensino de química, física ou às ciências.

*P: No Ensino Médio você tinha aulas de história, filosofia e ciências regularmente?*

*A8: Sim, regularmente, todas as semanas tinha essas aulas, as únicas aulas que eu tive menos foi filosofia e sociologia. No primeiro ano só tinha filosofia, no segundo só sociologia e no terceiro era um apanhado geral dos dois.*

*P: E nessa mistura que eles faziam no último ano tinha alguma relação de história, filosofia, sociologia e ciências?*

*A8: Não, era só essa parte de humanas mesmo, não tinha ciências. Eles chegavam a falar que ajudou alguns cientistas da parte da biologia, mas eles não falavam nem o nome, eu só percebi agora que fiz Psicologia da Educação. Fundamentos da Educação e História e Filosofia da Ciência.*

*P: Então agora que você criou esse link?*

*A8: É, agora que “linçou” algumas coisas que eu ouvi no ensino médio, nessa parte da filosofia e da sociologia, agora eu consigo entender uma pouco mais, ver onde entra Kuhn, Popper, que eu não tinha ouvido o nome, mas tinha ouvido sobre a forma de pensar.*

\*\*\*

*P: Durante suas aulas de história, por exemplo, os professores falavam de ciências, ou os de ciências falavam de história? Ou era um bloco mais fechado cada um na sua disciplina?*

*A7: Ah... falava sim, de história eu lembro da aula de Física que meu professor deu uma aula de astronomia e falou toda a história desde Tyto... aí como é mesmo?*

*P: Tycho Brahe?*

*A7: Isso desde o Tycho Brahe, foi muito legal.*

*P: Então você teve experiências de história no meio das ciências e de ciências no meio da história?*

*A7: Ciências no meio da história... mais na época da revolução industrial que ele falou sobre o desenvolvimento da ciência.*

\*\*\*

*A6: Lá, cada professor tinha seu jeito de trabalhar, uns usavam o livro que tinha na escola, outros levavam material pronto.*

*P: E durante essas aulas você percebia alguma interação entre essas matérias, o professor de ciências falando de filosofia ou o professor de história falando de ciências?*

*A6: Ah, bem pouco assim, o professor de filosofia chegou a comentar dependendo do tema por conta da questão dos filósofos que eram matemáticos também, mas não me lembro de outros falando algo assim.*

*P: Algum professor de química, física ou biologia deu algum exemplo de história?*

*A6: Era bem raro, o mais que a gente estudava era a aplicação mesmo.*

\*\*\*

*P: Nessas aulas regulares, você notou alguma interface do tipo: aulas de filosofia falando de ciências ou ciências falando de história?*

*A4: Eu acho que teve, eu lembro de uma parte de filosofia, sobre bioética que foi o mais próximo da parte de ciências... não me lembro de outro.*

*P: Nem de algum professor de Ciências falar de história ou filosofia ou sociologia?*

*A4: Não... eu lembro de falar de geopolítica em sociologia e conceitos tipo Russeal, economia as vezes, mas de ciências, não.*

*P: E nem uma aula de átomo falar de história do átomo?*

*A4: Menos ainda, na aula de química era só matéria.*

*P: Nem tinha história da química na apostila?*

*A4: A apostila era uma sequência assim, e na primeira até tinha os nomes de quem descobriu as coisas, tipo do átomo, Bohr, Rutherford, mas era bem sucinto em uma página só e depois vinha as coisas que a gente tinha que saber.*

*P: Era mais um lembrete*

*A4: É, não era história bem contada.*

\*\*\*

*P: Durante seu Ensino Médio, você notou alguma interface do tipo: aulas de filosofia falando de ciências ou ciências falando de história?*

*A1: Bom, para dizer que não tive nada, no 3º ano do EM, tive um professor de filosofia e sociologia que fez questão de mostrar diversas guerras e o outro lado delas, no caso, os investimentos, a ciência e a pesquisa envolvida. Foi a primeira vez que comecei a ver o real objetivo das pesquisas.*

Como se vê, poucos professores usam dessa interface em suas aulas e esta deficiência não está diretamente ligada a questões particulares do ensino médio público ou privado. Nossos participantes citam eventos bem pontuais e com pouca regularidade. Supomos que essa deficiência de propostas de ensino com base nesta metodologia seja reflexo da recente obrigatoriedade destas disciplinas no ensino superior e da pouca pesquisa e divulgação desta em periódicos, materiais didáticos e cursos de formação continuada de professores.

A este fato soma-se também a necessidade de discussões mais aprofundadas sobre os conhecimentos científicos desenvolvidos ao longo da história e a necessidade do trabalho conjunto de historiadores, sociólogos, filósofos, químicos, físicos e biólogos interessados pela interface HFC e seu ensino.

## **BLOCO II**

O bloco 2 de questões das entrevistas tem a intenção de vislumbrar e mapear objetivos e abordagens associadas ao uso da experimentação no ensino superior de química e entender as concepções dos participantes sobre a organização das aulas na universidade. Para organização dos dados optamos por dividi-lo em duas seções, a saber.

## 6. 2 Experimentação no Ensino Superior: contato e vivências com atividades experimentais no curso.

*Categorias:* vivências em laboratório; ensino e aprendizagem de química; esquizovisão; afordance.

*Argumentos aglutinadores:* solicitamos que os participantes falassem sobre suas vivências em aulas de laboratório e/ou atividades/projetos em que a experimentação é evidenciada durante o curso.

O objetivo principal deste trabalho, a busca pelo entendimento sobre o papel da experimentação e do laboratório para os estudantes em formação inicial do curso de química, foi um dos temas sugeridos para discussão na entrevista.

Todos os entrevistados responderam à questão usando exemplos e relatos de vivências. Como forma de apresentar esses dados e suas análises de maneira organizada, separamos as falas dos participantes nas seções de 6. 2. 1 a 6. 2. 5, apresentadas na sequência.

### 6. 2. 1. Participante A8.

*P: E como são as aulas de laboratório? Se à noite tiver aula de laboratório, o que vai acontecer? Tem roteiro, tem investigação... você consegue desenvolver algo do seu interesse?*

*A8: É, você tem o roteiro e segue o roteiro, os professores pedem que você leia o roteiro antes né. Você tem que vir preparado, porque laboratório é uma coisa séria, que tem elementos e compostos que podem fazer mal à saúde e acho que se alguém se machucar não foi por falta de aviso.*

*P: Todas essas orientações são claras?*

*A8: Sim, é que eu não tive aula de laboratório ainda.*

*P: Aqui ainda não?*

*A8: Não, mas os meus amigos que são veteranos disseram que aqui é igual, alguns professores pedem pré-roteiro, para você ler e fazer anotações, outros só pedem que você saiba o que vai acontecer, lá eu tinha um professor que pedia para fazer fila antes de entrar no laboratório, e aí ele perguntava “o que nós vamos usar hoje” se o aluno respondesse certo ele entrava, se não, não fazia a aula, se ele pegasse um que respondesse errado ele não deixava entrar.*

*P: Ele entendia que a pessoa não estava preparada.*

*A8: Isso! Ah! Acho que a parte do laboratório para descobrir meus próprios interesses é mais para projetos de extensão, tem vários projetos dentro da universidade se você se interessar por algum, se é uma coisa que você quer estudar, por exemplo cura do câncer, você vai procurar um professor que trabalhe com isso para você fazer seu projeto, conversar com o professor e tentar com ele.*

*(...)*

*A8: O bom da prática é que ela fixa a teoria, por isso que eu fico louco com o pessoal de matemática que é tudo teórico, eu ficaria louco se eu fizesse matemática, eu acho matemática incrível, mas eu acho muito louca, agora você pega um exemplo, química. Sem prática, eu acho que daria muito errado, a teoria é fundamental? Sim, mas a prática é algo que martela e fixa aquilo e comprova muitas coisas, uma teoria só se torna um fato científico quando você pode comprová-la. Por exemplo, em teoria tem oxigênio no ar, você acende um fósforo e comprovou não é mais teoria, é fato científico, tem oxigênio no ar, tem muito essas coisas, eu gosto muito da parte prática da química, porque ela martela as coisas, olha isso aqui comprova tudo que a gente estava falando na teoria, a semana inteira, e vocês estão cansados de saber, mas tá aqui a prova que é verdade. Lógico algumas teorias vão ficar sendo teorias por muito tempo até conseguirem*

*ser provadas da prática, como por exemplo, ninguém sabe exatamente como... no caso de inorgânica, as estruturas cristalinas e as temperaturas e vai ver como funciona, e tudo isso é em gás e para transformar aquele material em gás a gente não tem tecnologias e maquinários suficientes para provar essas teorias, mas elas explicam e são utilizadas e estão funcionando por enquanto, tá dando certo tudo bem e nada impedem de melhorar isso, tanto que aquela foto que conseguiram tirar usando o microscópio eletrônico e ele tira uma foto de uma molécula de carbono, e a teoria de como uma molécula se organiza foi comprovada nessa foto, o caso do hexágono, lá.*

*P: O anel benzênico?*

*A8: A gente conseguiu uma foto, se fosse um vídeo seria muito melhor, mas a gente conseguiu uma foto que mostra que a teoria está muito próxima da prática, não é perfeita, mas muito próxima a gente chegou perto e isso me deixa muito feliz, é interessante demais. Pra mim, a prática e a teoria têm que andar juntas, a teoria não é mais importante que a prática e a prática não é mais importante que a teoria, ambas se completam, ambas reforçam umas das outras mais no final a teoria é um pouco mais subjetiva e a prática, eu gosto mais da parte prática, gosto de teoria pra caramba, teoria das cordas é algo que me interessa muito, mas a parte prática é aquilo que vai bater o martelo, isso aqui é fato, não é mais teoria é fato científico, ou então isso aqui continua sendo teoria não conseguimos falar, a prática complementa a teoria ela consegue bater o martelo e dizer se aquilo é real ou não é.*

Para A8, no cenário do ensino, a prática tem o poder de fixar o conteúdo aprendido na teoria e atua como complemento ao tema estudado, por isso, em momentos de laboratório é esperado que o aluno esteja ciente dos riscos e preze pela segurança de todos. Segundo suas vivências, é preciso estudar os roteiros antes para que se tenha em mente as etapas do procedimento e para a segurança na execução da aula.

No nível de desenvolvimento de conhecimentos científicos, A8 sinaliza que a teoria e prática andam juntas, porém a prática comprova um fato estudado pela teoria.

No trecho, “*Por exemplo, em teoria tem oxigênio no ar, você acende um fósforo e comprovou não é mais teoria, é fato científico, tem oxigênio no ar*”, o participante se engana e afirma que o resultado da queima do fósforo é uma comprovação de que há oxigênio no ar, já que na verdade, trata-se da observação de um fenômeno e comprovação de uma hipótese, que será um fato científico depois que tiver suporte de uma teoria.

O participante também parece confundir, ou não entender, o que são teorias, no trecho “*algumas teorias vão ficar sendo teorias por muito tempo até conseguirem ser provadas da prática*”, ele está se referindo a hipóteses que quando comprovadas podem virar uma lei. Uma coleção de hipóteses comprovadas pode virar uma lei, uma ou mais leis e condicionantes (teoremas, corolários, postulados, etc.) englobarão o que chamamos de teoria, logo a observação de um fenômeno isolado, não comprova em si toda uma teoria científica.

Apesar de apresentar essa visão predominantemente positivista, A8 mostra-se ciente de que há hipóteses na química que não foram comprovadas, mas admite que isso só não ocorreu pois ainda não se tem aparatos tecnológicos suficientes para estes fins, ou seja, é

predominante a crença de que o papel da experimentação na química é o de comprovação de hipóteses, e por consequência teorias, já formuladas.

Apesar de A8 sinalizar diferenças entre laboratórios didáticos e laboratórios de pesquisa fica claro que A8, confunde projetos de extensão com laboratórios de pesquisa destinados a pós-graduação e que nunca foi submetido a aulas de laboratório em que a resolução de problemas ou o desenvolvimento de estratégias, hipóteses e testes fossem evidenciados, já que no início de sua fala é ressaltada a importância de se estudar os roteiros para evitar acidentes em laboratório.

Outro fator que chama nossa atenção é a naturalidade e honestidade com que o participante conta sobre suas vivências, não se vê nele pretensão de inserir temas estudados no GEHFC em sua fala.

## 6. 2. 2 Participante A7

*P: E como são as aulas de laboratório?*

*A7: Ah, na química era invertido, porque a gente teve estequiometria o semestre inteiro em laboratório, né, mas agora a gente só vai ver no último tema de Geral 1.*

*P: E não tinha nenhuma outra disciplina que usava estequiometria antes?*

*A7: Não.*

*P: E... no laboratório vocês ficavam fazendo que tipo de experimento?*

*A7: Ah.. primeiro a gente viu vidrarias, depois densidade e bastante titulação.*

*P: E... lá na aula teórica falava sobre isso?*

*A7: Falou no final.*

*P: E no começo?*

*A7: A gente viu toda a parte histórica do átomo até chegar no laboratório.*

*P: Histórica como?*

*A7: Do descobrimento do átomo, de Dalton, Rutherford, depois a dualidade da partícula, que não tinha no laboratório.*

*P: Que pena, e aí vocês tiveram que estudar sozinhos para o laboratório?*

*A7: O professor deu uma adiantada na parte de estequiometria.*

*P: E foi ruim isso?*

*A7: Não, ajudou na prova da teoria.*

*P: Que bom, foi ao contrário, mas deu certo.*

*A7: É... não foi tão ruim mas poderia ter visto a teoria primeiro depois a prática, mas se a gente perguntasse para o professor que dava prática, ele explicava.*

*P: E durante essas aulas você tinha incentivos para buscar conhecimentos, testar hipóteses, coisas do método científico assim?*

*A7: No laboratório?*

*P: Ou da teoria, que te motivavam buscar mais conhecimentos.*

*A7: Não sei, nunca pensei sobre isso.*

Nota-se certo engessamento na forma como os conteúdos de química são apresentados aos calouros. A7 não consegue notar relação direta entre os conteúdos apresentados nas aulas práticas e teóricas, afirmando que nunca pensou sobre a possibilidade

de realizar teste de hipóteses ou engajar-se na pesquisa científica e na busca por conhecimentos para além dos apresentados em sala de aula.

A entrevista continua com a pesquisadora reforçando a investigação das vivências de laboratório dos participantes.

*P: Descreve pra mim como eram as aulas. Por exemplo, tinha algum momento da aula que vocês tinham que responder alguma pergunta fundamental? Vocês tinham que buscar conhecimentos, formular hipóteses para tentar responder?*

*A7: Não é só assim certinho.*

*P: Certinho como?*

*A7: Tem o conteúdo, a lista, prática e depois faz a prova.*

*P: E a prova de laboratório como que é?*

*A7: Ele te dá uma coisa, pode ser uma solução, a gente fez solução também, a gente titula e ele vê se a gente está fazendo tudo certinho, se estamos homogeneizando, e se... não lembro o nome quando a gente coloca no vidro e roda ele, esqueci o nome, fiz essa semana. (risos) Como que chama?*

*P: Descreve mais que eu tento te ajudar (risos)*

*A7: Sabe quando a gente coloca um pouco da substância que vai usar na bureta e roda...*

*P: Acondicionamento.*

*A7: Isso! Acondicionamento. Serve pra deixar tudo certinho para não errar nas contas, pro valor da teoria ser igual da prática depois.*

*P: E quantas provas você fez de laboratório?*

*A7: Duas.*

*P: E a primeira como foi?*

*A7: Era pra fazer uma solução, ver se a gente sabia medir as coisas direito e na segunda uma titulação.*

*P: E nessa para fazer a solução como era? Tinha uma pergunta na lousa, como você sabia qual era a pergunta da prova?*

*A7: Ele dava tipo um roteiro pra gente fazer e a gente tinha que seguir um roteiro e tinha que calcular pra fazer o mais próximo do roteiro possível.*

*P: E toda aula tinha roteiro para cumprir?*

*A7: Toda aula tinha.*

*P: E tinha que fazer alguma coisa antes, ou era só pegar o roteiro e fazer?*

*A7: Toda aula ele passava o roteiro na lousa, e a gente fazia aproximado e depois no final a gente pegava os valores que a gente usou pra saber a concentração da nossa solução.*

*P: Deixa eu tentar entender... Como era o roteiro?*

*A7: Ele passava na lousa.*

*P: Por exemplo, passo 1 e passo 2? Como que era?*

*A7: Não, por exemplo, ele falava que ia fazer uma titulação que ia precisar de 20 mL de NaOH, aí tinha que calcular o valor do NaOH e o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pra titular e a gente tinha que substituir o valor da bureta pra encontrar a concentração, acho que eu falei ao contrário.*

*P: Tá, vamos ver se eu entendi, ele te dava um ácido e uma base, e tinha as concentrações...*

*A7: Ele dava a quantidade, a concentração tava no rótulo e a gente tinha que diluir e achar a concentração real.*

*P: Entendi.*

*A7: Fazer a solução e depois titular.*

*P: E nesse movimento vocês tinham que cumprir o que estava prescrito, não tinha que criar nada sozinho, sei lá, investigar sozinho alguma coisa.*

*A7: Não.*

*P: E nas aulas teóricas tinha algum momento que era lançada alguma pergunta assim?*

*A7: Não.*

*P: Aí não sei se na teórica ou na prática, tinha alguma coisa que era mostrada que você tinha que responder o que estava acontecendo ali?*

*A7: Não.*

*P: Vocês sempre sabiam o que ia acontecer?*

*A7: Sim, porque tinha no roteiro.*

*P: Certo, e fazer investigações sozinha, assim, você tinha alguma pergunta, ou você queria saber, mas ficou com vergonha de perguntar porque não estava no roteiro?*

*A7: Acho que não.*

*P: E você falou que ele passava o roteiro na lousa, e aí era só levar o jaleco?*

*A7: Isso; na sexta a tarde era só levar o jaleco e um caderno para anotar e fazer o relatório.*

*P: E o relatório como foi, difícil, fácil?*

*A7: Fácil, a gente pesquisou um modelo dentro das normas ABNT, tinha uma forminha para fazer, né.*

*P: Como assim?*

*A7: Ah, você tinha que fazer uma capa, uma folha de rosto, um sumário, o método, colocar os reagentes que você usou, os materiais que você usou, o procedimento, aí você coloca seus resultados, discute e coloca as referências.*

*P: Entendi. Não tinha que responder nada?*

*A7: Tinha que responder as perguntas que ele passava no final do relatório.*

*P: Como assim? Você disse que na sexta você saía da sua casa pegava seu jaleco, e vinha, aí ele passava na lousa o que ia ser feito você anotava no caderno e começava a fazer e aí quando terminasse ia fazer o relatório, individual ou em grupo?*

*A7: Em grupo.*

*P: Então o grupo que trabalhou junto fazia o relatório, aí como você descreveu, e as perguntas eram o que?*

*A7: Elas estavam no final do roteiro e a gente tinha que explicar por que aquilo acontecia.*

*P: Então tinha umas coisas a se responder.*

*A7: É sempre tinha umas 4 perguntas.*

*P: Sobre o que vocês fizeram? Você tem um exemplo.*

*A7: É, ele passou uma de oxirredução que ele perguntava se tinha como saber se tinha cetona ou aldeído naquela solução.*

*P: Então tinha umas investigaçõezinhas.*

*A7: Tinha essas perguntas.*

No trecho acima destacado, a participante descreve suas vivências no laboratório deixando claro que não era necessário preparar-se ou estudar o roteiro antes da aula. A7 ressalta ainda que não houve propostas em que o aluno deveria fazer uma investigação ou pensar em hipóteses para serem testadas, sendo necessário somente estar presente na aula e seguir o passo a passo fornecido pelo roteiro escrito pelo professor em todas as aulas.

É interessante notar também que, apesar de o professor inserir ao final de toda aula quatro questões para serem respondidas no relatório de estágio, A7 não considerava que elas necessitavam de pesquisas ou qualquer tipo de investigação para se obter suas respostas, o que nos faz acreditar que o grau de dificuldade das questões era pequeno.

Pensando em discutir sobre o grau de complexidade e dificuldade do curso em si, continuamos nossa entrevista.

*P: E você mudaria alguma coisa no curso, sentiu alguma dificuldade nesses primeiros seis meses?*

*A7: Eu tenho dificuldade na prática porque eu não tenho muita coordenação.*

*P: Pra pegar as coisas.*

*A7: Pra me organizar, de saber pegar as coisas certas, acho que eu preciso de mais atenção.*

*P: Mas aí você atribui a um problema pessoal?*

*A7: É pessoal.*

*P: Mas, tirando as limitações que a gente tem, você mudaria alguma coisa na apresentação das aulas como o conhecimento é trazido?*

*A7: Acho que precisa explicar mais, porque é muito raso, ele passa 50 slides em duas horas e não dá pra... mesmo que você vai estudar depois sozinho, ainda fica muito vazio, muito vago, muita coisa, sabe. Nas aulas de laboratório a gente podia ter um pouquinho de teórica antes do laboratório pra gente saber por que tá fazendo, pra que serve, não só fazer.*

*P: E você sentiu que é só chegar e fazer?*

*A7: É só fazer, você podia fazer aquilo todo dia, automático.*

A7 é ingressante em 2017 e relata suas vivências em seis meses de curso. Fica evidente sua imaturidade acadêmica uma vez que não são observadas críticas ou opiniões particulares sobre a dinâmica dos laboratórios. Por vezes, A7 atribui a si fatores como falta de atenção e falta de coordenação, assumindo que a experimentação necessita de prática e desenvoltura com vidrarias e aparatos.

Esta automatização da experimentação fica ainda mais evidente na última frase deste trecho, na qual A7 diz “*É só fazer, você podia fazer aquilo todo dia, automático*” quando se refere às aulas de laboratório e sua dinâmica.

A cópia dos roteiros é feita minutos antes do início das atividades práticas e A7 afirma que os conteúdos vistos durante as aulas de laboratório não estão em consonância com os conteúdos vistos nas aulas teóricas, causando certo desconforto e tendência à repetição de roteiros com a preocupação de desenvolver aspectos técnicos como a preparação de soluções e acondicionamento correto de vidrarias para evitar erros sistemáticos.

Desta forma, podemos concluir que, assim como A8, A7 não associa outros tipos de conhecimentos e inter-relações às atividades realizadas em aulas de laboratório; ao que parece, para A7 a experimentação na química está no nível inicial, no qual é exaltado o domínio pleno de suas técnicas.

### 6. 2. 3 Participante A6

*P: E nas suas vivências aqui na universidade, as aulas teóricas e práticas têm uma rotina? Elas fazem que você pense, busque conhecimentos fora da aula ou investigue coisas de seu interesse sobre o assunto?*

*A6: Sobre a primeira pergunta, tem um passo a passo, no laboratório tem o roteiro para seguir e geralmente as disciplinas teóricas também, os professores vêm com slides sempre uma continuação, mas eu não vejo uma necessidade de o aluno pesquisar, é mais uma motivação dele mesmo de pesquisar sobre. Tinha um professor de física 2 que ele mandava bastante coisa pra casa, eu quero que vocês pesquisem isso, e nem sempre era para entregar as vezes era só para discutir na próxima aula, mas a maioria dos professores dão uma lista para resolver e nela a gente acaba pesquisando.*

*P: É mais uma sequência: aula, lista e depois a prova?*

*A6: Exatamente.*

*P: Fala um pouco mais das aulas de laboratório, você disse que tem roteiro, como eles são? Por exemplo, tem um roteiro que fala você precisa de uma ácido fraco e aí você vai pensar quais ácidos são fracos para depois fazer o que está sendo pedido, ou não, já escrito o nome X gotas de tal ácido?*

A6: É mais x gotas de determinado ácido com o nome na frente, geralmente o que tem mais que pesquisar é para escrever a reação, assim, coloca a reação do que aconteceu, mas os nomes dos ácidos e dos reagentes já estão escritos.

P: Entendi, então você não tem a possibilidade de fazer uma investigação dentro do tema, por exemplo, você está estudando pH e pensa em fazer um teste com a sua saliva por exemplo.

A6: Isso dentro do laboratório não, mas quando você vai fazer o relatório e você faz a introdução acaba surgindo essas curiosidades, mas dentro do laboratório não, é tipo, o roteiro está pronto você pega faz o que pede e vai embora. Fez, acabou, vamos embora.

P: E aí, das aulas de laboratório do primeiro ano e de agora eles seguem mais ou menos o que aprendeu na teoria vê no laboratório?

A6: Eu não acho que a teoria está muito ligada com a prática, não, porque eu acho até que nossos professores não se conversam, porque muitas vezes a teoria está sempre atrás a prática está na frente, às vezes um está em outro conteúdo que não é do outro.

P: E você acha que esse movimento se reflete de alguma maneira na aprendizagem?

A6: Eu acho que dificulta, até porque se você ia ver na prática o que vê na teoria, é mais fácil para entender a prática, porque às vezes o professor tem que perder um tempo, não perder um tempo, mas tem que ficar revisando e ensinando uma teoria que na verdade já era pra gente ter aprendido, ou coisa do tipo, então dificulta sim.

P: Você disse que as disciplinas de laboratório sempre têm roteiro e relatório. Como são os relatórios?

A6: Existe uma pressa em terminar logo o experimento, dar conta do roteiro. E os relatórios são coletivos, mas nos grupos que eu participei até agora a gente reveza. Quem faz a introdução, as discussões, pra todo mundo fazer tudo, mas a pressa de terminar logo e ir embora é grande, ninguém gosta muito de discutir, depois vê quando for fazer o relatório.

A entrevista com A6 mostra que o objetivo explícito das aulas de laboratório centra-se na execução do roteiro. Em suas vivências, a participante observa que todos têm pressa em terminar o que foi solicitado, não dispendendo tempo para discussões ou a análise crítica do que se está fazendo.

Ainda é salientado por A6 que as práticas feitas em laboratório quase nunca estão relacionadas à teoria vista em sala de aula “*parece que os professores não se conversam*”. Observa-se, portanto, que A6 apresenta uma visão mais crítica sobre a forma como os conhecimentos científicos são apresentados e vê a experimentação como uma sequência mecânica de passos que devem ser seguidos para obtenção dos resultados solicitados pelo roteiro fornecido pelo professor.

Talvez devido à sua formação anterior em técnico em química e por já lecionar em cursinho comunitário, A6 parece entender que a experimentação é mais do que repetir o roteiro, pois critica os colegas que têm pressa de terminar o experimento, deixando para o momento de escrita do relatório a pesquisa e a discussão dos resultados obtidos em sala de aula.

#### 6. 2. 4 Participante A4

P: Como você é uma das participantes mais avançadas no curso, suas vivências são valiosas para mim. Você pode falar tanto das disciplinas teóricas quanto as práticas, tá?

A4: Em relação ao aprendizado por exemplo?

*P: É...as disciplinas têm uma rotina? Elas te motivam a procurar conhecimentos fora dela? Elas te motivam a investigar no sentido de você (...) ter perguntas e tentar resolvê-las ou ela te dá uma resposta e mata sua curiosidade? E no laboratório... você tem a oportunidade de fazer suas próprias investigações?*

*A4: Em teoria sim, eu posso ir para o laboratório numa aula prática sobre calorimetria e eu propor um experimento de calorimetria e querer fazer lá, mas eu não vou poder fazer porque eu tenho que seguir o experimento do professor. Mas na parte teórica, se eu tiver uma questão eu tenho a liberdade de chegar lá a perguntar pra ele.*

*E sobre a questão do incentivo, os professores quando estão explicando as vezes falam. O X<sup>20</sup> eu vejo mais fazer isso, dar alguma coisa pra gente pesquisar em casa, aí ele fala deixei vocês curiosos, vão pesquisar sobre isso.*

*No primeiro ano... era bem difícil porque eu não entendia nada de Química Geral porque o professor não falava muito bem e eu naquele choque da faculdade não prestava atenção direito, não sabia ter uma rotina de estudo e não sei nem o que falar, porque o primeiro ano foi bem zoadado (risos).*

*P: Névoa sobre névoa (risos).*

*A4: É e as matérias também não ajudavam era Química Geral 1, Física 1, a física foi basicamente o conteúdo do ensino médio que a gente teve, então pra que eu tô aprendendo física 1? Será que isso mesmo que eu tenho que aprender? Enfim era o que a gente tinha, era pouca coisa de Química, só tinha Química Geral e o resto era Cálculo e Física, então era meio obscuro.*

*No segundo semestre até o segundo ano também que eu peguei Quanti e Qualitativa, essas matérias continuam meio nebuloso porque elas foram dadas no começo do curso, até o Y<sup>12</sup> mudou a grade pra não ser mais no começo do curso.*

*Quando eu tive... como eu não tinha eletroquímica, nem inorgânica ainda, se bem que eu tive geral que falava sobre TOM... mas eu não tinha entendido, mas eu não tinha as coisas dos orbitais ainda... não tinha como a gente entender muito bem... e aí ouvia: esse composto aqui fica rosa e tal e tal coisa porque ele é complexo... mas eu não sabia o que era esse complexo! E também não perguntava, eu só aceitava a resposta.*

*Em qualitativa só tinha conta, não tinha curiosidade de chegar e perguntar o que que vai acontecer se eu fizer isso ou aquilo era mais saber a concentração das coisas, das soluções...*

*P: E nesse exemplo que você deu, que tinha que fazer a conta para saber a concentração, não tinha um por que saber a concentração era a conta pela conta assim?*

*A4: Eu acho que era basicamente isso, porque a gente pegava os exemplos e sabia que era um exemplo a gente que poderia usar no cotidiano, é... a gente teria que saber o número de mols daquela solução, só que a gente se preocupava mais em saber fazer essa conta do que o por quê de como chegar a conclusão de que era assim...*

*P: O contexto.*

*A4: Isso era mais só a conta mesmo.*

Fica evidente o amadurecimento de A4 enquanto estudante. No trecho acima destacado podemos observar sua postura crítica perante suas ações durante o início do curso e após as reuniões de grupo. Observa-se também que a relação com o laboratório didático e a experimentação ainda é limitada. A participante salienta que antes adotava uma atitude mais passiva questionando pouco o professor e somente fazendo o que lhe era solicitado, enquanto agora, no quarto ano do curso passa a estudar mais e questionar mais o objetivo das aulas teóricas e práticas.

*P: Durante a sua grade sempre tinha teoria e prática? Elas estavam sempre juntas? Era o mesmo professor para as duas?*

*A4: Sim. Não, o professor variava.*

*P: E os temas assim, eles acompanhavam, por exemplo nessa semana estudamos concentração e chegava no laboratório fazia uma titulação...*

20 Por questões éticas o nome do professor citado foi suprimido.

A4: Na parte de físico química é junto tanto a 1 como a 2, na parte de orgânica por exemplo é um pouco diferente, a gente tem a aula tal e chega no laboratório a gente tem que saber... não sei dar um exemplo.

P: De orgânica?

A4: É.

P: Na aula você aprende mecanismos?

A4: É na aula você aprende mecanismos e na prática você vê outra coisa, não é igual o que você aprendeu, envolve esse conhecimento, mas não é certinho.

P: Tá, por exemplo, você aprendeu sobre densidade na aula e não vai fazer experimento de densidade. E esse movimento de não seguir tanto a regra? Prejudica?

A4: Não prejudicava, porque, a gente tinha o conceito na aula, tipo polaridade e chegava lá o experimento era técnicas de separação de solventes, aí você ia usar a polaridade pra ver em algum momento do experimento, então você conseguia fazer a prática usando a parte teórica mesmo que o experimento não tivesse nome igual.

P: Entendi, não era necessário estudar a teoria por traz do procedimento do laboratório então?

A4: No caso, você não precisava saber a teoria pra fazer a prática, você precisava depois para fazer o relatório, porque a prática em si é só misturar as coisas e fazer ali, como um bolo. Mas se fosse para entender o que você está fazendo precisaria, por isso que é interessante ter as aulas teóricas antes do laboratório, é bom.

P: E como que é o esquema o laboratório? E do relatório?

A4: O procedimento experimental... então, a gente, o Y<sup>21</sup> bate muito na nossa cabeça que o procedimento experimental não é igual o roteiro, e realmente não é o que a gente faz no laboratório não é igual ao que está no roteiro, as vezes não é só colocar 100 ml, é colocar 100ml numa vidraria devidamente acondicionada com acetona... sabe, e não é igual exatamente ao que está escrito ali, às vezes você vai acrescentar coisas no seu experimento. E a metodologia de cada professor é diferente, não só pela disciplina ser diferente mas pelo professor. Tem aqueles que chegam na aula, dão uma explicação e começa a aula, outros chegam e passam o roteiro na lousa, outros esperam que você faça um fluxograma antes da aula, mas todos eles até hoje deram uma explicação antes de começar o experimento.

P: Nas aulas que você fez todas tinham um roteiro? Mesmo que você precisasse acrescentar algumas coisas no relatório como o exemplo que você deu, mas todos tinham um roteiro para fazer a aula?

A4: Sim, todos tinham.

P: Todos te dão um passo a passo?

A4: Sim.

P: E nesse passo a passo é permitido que você mude alguma coisa, seja criativo, sem interferir?

A4: Não, é como se a parte de pensar fosse só no relatório, na prática está pronto vocês vão fazer e depois entender o que fizeram para escrever no relatório, não precisa pensar para fazer o experimento.

P: Entendi... no laboratório, como você já disse, não tem que pensar muito, seria mais as habilidades manuais?

A4: É mais técnico, né.

P: Sem ter que pensar para resolver um problema.

A4: Porém, quando a gente sai do 2º ano os roteiros não têm mais assim... Eles já entendem que você sabe preparar as soluções. Por exemplo, não vem escrito que você tem que padronizar as soluções, porque ele entende que você já sabe isso. No roteiro de adsorção só vem escrito que era necessário preparar uma solução ácida e uma base, mas não vem escrito que é preciso padronizar e tal, então não vem tudo escrito no roteiro algumas coisas a gente tem que saber.

P: É como se você tivesse atingido um novo patamar, e não precisa mais de explicações básicas.

A4: Isso! Porém, quando a gente chegou... no meu caso, acho que todo mundo fez isso... eu tive que perguntar pro professor como fazia o cálculo certinho, para não errar e se tinha que padronizar todos, mas depois que eu tava fazendo o relatório eu pensei lógico que tem que padronizar todos, né.

P: Você só se tocou depois?

A4: Eu não tinha parado para pensar nisso antes dessa hora.

*P: E investigar algum assunto que te interessa, vou dar um exemplo bobinho, vocês estão estudando pH, e fazendo testes, aí você tem interesse em saber o pH da saliva humana, e aproveita para fazer um teste usando sua saliva ou algo assim.*

*A4: Eu não exatamente! Porque parte um pouco daquilo de você pensar, e as vezes a gente não pára para fazer isso, é meio mecânico, você está aqui depois fazer isso aqui, para entregar isso aqui, o semestre vira um trabalho, não uma coisa de ficar pensando, e as vezes é uma própria deficiência minha, de não ficar pensando ou ser curiosa.*

Para A4, as aulas práticas são comparadas a execução de técnicas manuais, como reproduzir a receita de um bolo. O entendimento das etapas do processo e os objetivos relacionados a aprendizagem dos conteúdos científicos ficam para o momento pós aula, no qual os grupos se organizam para elaborar seus relatórios.

A4 menciona também que, apesar de ser uma atividade mecânica, todos os professores fazem um momento de explicação antes de iniciar a aula, porém, no restante da entrevista fica evidente que este momento é insuficiente para o entendimento dos objetivos e da relação entre a experimentação e a teoria que o sustenta.

A participante também ressalta que há algumas etapas do procedimento experimental que estão subentendidas, pois consistem em conhecimentos adquiridos nos primeiros anos do curso, como o acondicionamento correto de vidrarias e a padronização de soluções. Este trecho evidencia a necessidade de o executor do experimento ter certa experiência neste trabalho, como a “affordance” discutida no capítulo 1, porém, a experiência necessária ainda permanece no nível das técnicas de laboratório e não da interpretação da experimentação.

Fica evidente que os estudantes não são estimulados a aguçar sua curiosidade, sua criatividade e nem promover momentos de investigação, uma vez que quando questionada, A4 afirma que talvez seja um problema pessoal encarar as atividades do curso como trabalhos que devem ser realizados mecanicamente, sem pensar ou interessar-se por curiosidades paralelas ou que liguem os conhecimentos adquiridos a observações cotidianas.

### **6. 2. 5 Participante A1**

A1 enviou suas respostas por e-mail e por isso obtivemos uma resposta sucinta em relação aos outros participantes, conforme transcrito abaixo

*A1: As aulas teóricas foram cansativas sempre com muitos e muitos slides em que cada página tinha mais de uma informação importante. Não sei se é porque faz um bom tempo que não estudava tais assuntos ou se simplesmente eram pesadas.*

*As aulas práticas eram práticas e fim. Tinha um roteiro que era enviado antes das aulas, mas ver que material e qual procedimento seria feito não nos dava noção do que realmente aquilo significava. E sentimos que deveria ter tido um caminhar junto com a aula teoria, porém como eram professores diferentes e provavelmente não trocavam ideias sobre as aulas, a gente ficava só respondendo para eles que ainda não havia visto determinado assunto.*

*Quando percebi que havia conexão, me senti motivada a pesquisar mais sobre os assuntos que estudávamos, entender melhor e tentar realmente sabê-las e não só estudar para a prova. Mas isso deve-se, também, ao fato de que percebi que isso é minha vida e não é o colegial de novo em que a regra era decorar.*

Nota-se também que A1 vê a experimentação e as atividades de laboratório como execução de técnicas: “*as aulas práticas eram práticas e fim*”, ou seja, a participante não consegue ver claramente qual a relação entre a execução das técnicas e os conteúdos científicos aprendidos nas aulas teóricas.

Essa obscuridade entre teoria e prática fica evidente nos trechos “*ver o material e qual procedimento seria feito não nos dava noção do que realmente aquilo significava*” e “*eram professores diferentes e provavelmente não trocavam ideias sobre as aulas*” afirmando mais uma vez não haver um elo visível entre as disciplinas teóricas e práticas.

Porém A1 mostra certa maturidade perante o curso, salientando que é preciso entender melhor e pesquisar sobre os assuntos para entendê-los e não somente decorar as respostas certas para a prova como no ensino médio.

Em suma, as vivências dos participantes mostram que a experimentação nos laboratórios didáticos do curso aproximam o aluno das técnicas e aparatos laboratoriais<sup>22</sup>, tendo como objetivo principal ensinar sobre o manuseio de equipamentos e o desenvolvimento de técnicas, ficando a cargo do momento pós aula o entendimento do experimento por meio da elaboração do relatório e apresentação dos dados obtidos fundamentados em aportes teóricos.

Essa postura torna possível identificar os fatores que levam ao negligenciamento da química no contexto filosófico, uma vez que os participantes sequer mencionam espaço para a criatividade, estudos de casos históricos, investigação ou levantamento de hipóteses nestas aulas, pelo menos até o terceiro ano<sup>23</sup> do curso.

Ao negligenciar a potencialidade das atividades experimentais de serem investigativas, não se abre espaço para mostrar as relações da química com outros campos do saber (históricos, filosóficos, biológicos, etc.) e outros meios (sociais, econômicos, políticos e/ou culturais) com as quais ela se relaciona desde seus primórdios.

Sem o estímulo ao entendimento da pluralidade da química e de suas relações, estes estudantes permanecerão realizando o experimento pelo experimento, ou seja, não

---

22 Consideramos nesta afirmação as vivências dos participantes do GEHFC. Infelizmente nenhum dos participantes havia cursado a disciplina Laboratório de Físico Química II com o professor do excerto 4.

23 A4, o participante mais velho, havia iniciado seus estudos no curso no ano de 2014 e portanto cursava o primeiro semestre do quarto ano de curso em 2017, período em que os dados foram coletados.

aproveitarão integralmente as potencialidades de aprendizagem de aulas com atividades experimentais.

É interessante destacar que apenas A8, que não havia feito aulas de laboratório neste *campus*, mencionou que o papel da experimentação era comprovação de teorias, relacionando diretamente os conhecimentos teóricos aos práticos a uma visão positivista da ciência. Os outros participantes não falaram sobre essa relação diretamente, mas citaram que pensam sobre as teorias somente durante a escrita do relatório, talvez esse fator seja reflexo da organização das disciplinas teóricas e práticas do curso, que segundo os participantes não seguem o mesmo cronograma de temas de estudo.

### 6.3 Considerações sobre formação inicial de professores

Notamos que muitas vezes durante os encontros do GEHFC, os alunos analisavam criticamente a forma como os conhecimentos eram levados até eles no ensino superior e preocupavam-se com seu aprendizado, pois temiam não ter aprendido o suficiente para resolver problemas reais do ofício.

Por este motivo, aproveitamos a entrevista para questioná-los sobre o ensino e aprendizagem em suas vivências no curso. Os trechos representativos são trazidos a seguir.

*P: Você mudaria a forma como os conhecimentos são trazidos até você, tanto na teoria quanto na prática? Você tem alguma sugestão?*

*A8: Nas matérias do geral ou de química?*

*P: Do curso.*

*A8: Eu acho que aproximar a ciência do cotidiano é muito bom, lógico, é muito difícil aproximar algumas coisas ao nosso dia a dia, como por exemplo a equação de Schrödinger, a incerteza de Heisenberg, sabe? Tirar coisas que são extremamente científicas para o dia a dia é muito difícil, tem como chegar neles? Tem... mas tem as formas de chegar neles, por exemplos você pode usar a eletricidade para falar de elétrons, a luz para falar de elétrons, mas com esses pequenos passo a passo para chegar as teorias, por exemplo usar a luz para explicar elétrons e depois chegar a Heisenberg e Schrödinger.*

*Aí vai da habilidade e do empenho do professor em fazer, essa parte do professor fazer, ele tem sim a obrigação de chamar a atenção do aluno, mas as vezes o aluno não quer... tem sempre a parte subjetiva (...) o ruim é quando nenhum dos dois está interessado, aí fica tudo várzea do jeito que o Brasil tá, mas quando os dois estão interessados é sensacional.*

\*\*\*

*P: Você mudaria alguma coisa na apresentação das aulas como o conhecimento é trazido?*

*A7: Acho que precisa explicar mais, porque é muito raso, ele passa 50 slides em duas horas e não dá pra... mesmo que você vai estudar depois sozinho, ainda fica muito vazio, muito vago, muita coisa, sabe. Nas aulas de laboratório a gente podia ter um pouquinho de teórica antes do laboratório pra gente saber por que tá fazendo, pra que serve, não só fazer.*

*P: E você sentiu que é só chegar e fazer?*

*A7: É só fazer, você podia fazer aquilo todo dia, automático.*

\*\*\*

P: E você mudaria alguma coisa na forma como os conhecimentos são trazidos até você tanto nas aulas teóricas como nas aulas de laboratório?

A6: Eu mudaria, na questão do laboratório eu acho que não é o ideal o aluno fazer sempre essa reprodução, talvez seria ideal ter um computador e o aluno fazer o seu próprio roteiro, pesquisar roteiros, talvez como você falou não colocar o nome do ácido mas fazer que o aluno pesquisa quais ácidos podem ser usados eu acho que seria interessante, porque tudo é muito pronto, tanto é que os materiais estão sempre lá, a gente não faz nada assim, a gente pega faz o que está ali e pronto, a gente nem sabe onde fica, onde guarda e acaba que a gente nem conhece o laboratório direito dessa forma.

E na questão da apresentação das aulas, além do fato de ser muitos slides, porque os professores passam muita coisa nos slides eles não aguçam nossa curiosidade, então assim, fica tudo muito passado, não perguntam sobre, não fazem aquela investigação e eu gosto muito do ensino investigativo porque faz o aluno despertar a curiosidade dele, traz as coisas mais pro dia a dia, as vezes a gente fica: tá e aí mas onde isso é aplicado? E isso acontece tanto em química quanto física que é as principais matérias que a gente tem.

\*\*\*

P: Entendo... e você mudaria alguma coisa, assim, durante sua trajetória da forma como o conhecimento é trazido tanto nas aulas teóricas quando as práticas até você? Você faria alguma coisa diferente?

A4: Eu acho que sim, o que exatamente eu não sei, porque olhando agora, parece que tudo bem já passou, mas quando você está no momento passando por aquilo você pensa o que poderia ser diferente.

P: Coloca esse semestre, já que é ele que você está vivendo agora, e tem teoria e prática não tem?

A4: Esse semestre foi bom pra mim, agora pode ser que não foi tão bom para outras pessoas, porque a maioria das pessoas tem 6 matérias, e eu diminui a quantidade de matérias por semestre, porque eu não tava aprendendo de verdade com essa quantidade de matérias eu tava ó passando e não tava lidando muito bem com muita matéria e quando eu precisasse do conhecimento não ia ter porque não fiz direito, só que eu percebo que as pessoas que estão com 6 matérias estão passando do mesmo jeito e também não lidam muito bem com isso.

P: Então você acha que a forma como você está trabalhando esse semestre se dá devido a você ter entendido a forma como você aprende.

A4: Em partes, porque eu ia para a aula e prestava bastante atenção, pelo menos da minha parte não ficava com conversas paralelas, mas também tem outros fatores por exemplo a oportunidade de não ter que trabalhar e ter tempo integral para estudar, morar aqui, tudo isso.

P: Entendo, em relação a rotina, da teoria, a grande maioria de relatos que eu ouvi, se tem temas e o professor expõe o conteúdo, depois tem lista de exercícios e prova e assim o semestre corre, você mudaria alguma coisa nesse sentido? Ou assim tá bom?

A4: Eu acho que o ensino as vezes não é focado no aluno aprender e sim passar o conteúdo quem aprendeu, aprendeu, quem não aprendeu vai fazer de novo até aprender, como se fosse uma responsabilidade só do aluno.

P: E você observa isso no laboratório também?

A4: Principalmente no laboratório, porque a parte explicativa dos professores é bem menos já que eles entendem que você já aprendeu na parte teórica, é como se não tivessem a obrigação.

P: E nesse movimento você mudaria alguma coisa?

A4: É difícil assim, porque seria necessário modificar muitas coisas, adequar uma aula teórica pra cada aula de laboratório, sei lá.

\*\*\*

P: Você mudaria alguma coisa na forma como os conhecimentos são trazidos até você tanto nas aulas teóricas como nas aulas de laboratório?

A1: Os alunos sentem quando a aula é feita por dever. Eu sugiro mais emoção à aula e não digo emoção de nos tirar da cadeira e, sim, de nos mostrar a paixão naquilo que temos que estudar, dessa forma, pelo menos deixaria tudo menos cansativo. Também, pensaria nos alunos como futuros pesquisadores e não como depósitos de conhecimento, os faria entender o que se passa e

*não os obrigaria a engolir as informações. Mas creio, hoje, que isso deve ser muito difícil de fazer: conquistar uma turma inteira com a paixão que não tem e ainda fazê-los ter interesse num assunto até então desconhecido e ainda atribuir nota, como se isso bastasse para desenvolver pesquisadores.*

Os relatos mostram a necessidade de rompimento com o ensino tradicional. Com exceção de A8, aluno recentemente transferido para o curso, todos os participantes afirmam que os professores da parte teórica fazem uso excessivo de slides como recurso para apresentar os conteúdos e que em geral lidam com muitas informações em uma aula, deixando a cargo do aluno sua aprendizagem.

Falas como: “*eu acho que o ensino as vezes não é focado no aluno aprender e sim passar o conteúdo quem aprendeu, aprendeu, quem não aprendeu vai fazer de novo até aprender, como se fosse uma responsabilidade só do aluno*” e “*pensaria nos alunos como futuros pesquisadores e não como depósitos de conhecimento, os faria entender o que se passa e não os obrigaria a engolir as informações*”, são preocupantes, pois os objetivos das aulas não parecem estar claros para os alunos.

Segundo estas falas, os professores parecem não estar dispostos a modificar ou complementar sua metodologia de ensino de maneira a orientar o aprendizado significativo por parte dos estudantes que por muitas vezes afirmaram durante as reuniões do GEHFC decorar listas de exercícios antes de fazer as provas finais.

Os participantes também alegam que não são submetidos a propostas desafiadoras que agucem sua curiosidade ou que os façam investigar e resolver problemas relacionados seu cotidiano, criticando a postura de reprodução de roteiros de laboratório.

Outra crítica preocupante sobre a dinâmica dos laboratórios didáticos cita a não sincronia entre as aulas teóricas e práticas. Os entrevistados citam que gostariam que os temas estudados nas aulas fossem sincronizados já que atualmente os professores parecem sequer planejar suas atividades em conjunto.

Este movimento é criticado por A4, quando menciona “*principalmente no laboratório, porque a parte explicativa dos professores é bem menos já que eles entendem que você já aprendeu na parte teórica, é como se não tivessem a obrigação*” porém sabe-se que nem sempre os conhecimentos científicos sobre o tema estudado em teoria estão em consonância com os conhecimentos requeridos pelos experimentos realizados em laboratório.

Em suma, as entrevistas complementaram as falas e análises feitas nos episódios das reuniões do GEHFC mostrando a urgente necessidade de atualização das ementas das disciplinas no que tange as atividades que envolvem a experimentação e em discussões

promovidas pelo estudo da filosofia da química, suas inter-relações com outros campos do conhecimento e com o meio em que vivemos.

É preciso olhar para o próprio PPP do curso com mais cuidado e traçar estratégias para alcançar os objetivos nele escritos, como a formação plena de profissionais críticos, participativos e conscientes das decisões que sua profissão deve exercer na sociedade.

Neste âmbito é preciso que os professores preocupem-se mais em atualizar suas metodologias, recursos e estratégias didáticas, pois profissionais do futuro já não devem mais serem ensinados apenas pela repetição de respostas corretas em listas de exercícios ou avaliados somente pelas habilidades em obter bons resultados em análises de laboratório descontextualizadas e engessadas em roteiros de experimentos que se pode “*fazer aquilo o dia todo, automático*” como dito por A7.

### **BLOCO III**

Este bloco tem a intenção de mapear e avaliar as ações do GEHFC. Na primeira seção, apresentamos uma retomada a atividade diagnóstica elaborada pela pesquisadora e entregue a todos os alunos matriculados na disciplina HFCEC e aos participantes do GEHFC. Ao resgatá-la pudemos mapear as visões dos participantes sobre a ciência, a experimentação e o trabalho científico e suas possíveis mudanças de concepções.

Na seção 6.5 solicitamos que os alunos fizessem uma avaliação crítica das atividades desenvolvidas ao longo do semestre e nos dessem sugestões para melhoria da proposta em ocasiões futuras.

#### **6. 4 Retomada de avaliação sobre Atividade Diagnóstica (T1) desenvolvida na disciplina HFCEC e comentada na primeira reunião do GEHFC.**

*Categorias:* formas de ver/fazer ciência; vivências em laboratório; ensino e aprendizagem de química; historiografia; quimiosfera; pluralidade e atitudes filosóficas.

*Argumentos aglutinadores:* Embasam-se nos textos e na fala dos participantes em relação química e seu ensino.

Como forma de iniciar nosso trabalho e conhecer os alunos, foi solicitado a todos os matriculados na disciplina HFCEC, que entregassem na primeira semana de aula, uma atividade de produção de texto (T1).

Nesta atividade foi solicitado que os alunos expressassem suas opiniões sobre uma imagem retirada de um folder de divulgação de um evento científico. Como se pode ver na

figura 6, abria-se a possibilidade de discutir vários aspectos do trabalho científico e não havia marcas de autoria ou que indicassem de qual evento a figura havia sido retirada.

Figura 6. Atividade entregue aos alunos na primeira semana de aula.

**Atividade 1**  
A figura abaixo foi retirada de um *folder* de divulgação de um evento científico. Usando seus conhecimentos e opiniões construa um texto que discuta os elementos apresentados na figura.



Fonte: Nossa autoria

Esperávamos que a representação de um modelo atômico, a lupa, as engrenagens, o balão de fundo chato, o alvo e a prancheta, dessem início à discussões sobre o papel da experimentação enquanto atividade de investigação, levantamento e teste hipóteses e do trabalho do cientista neste cenário que se estende para além das paredes do laboratório e relaciona-se com outros campos da atuação humana como a política, a economia e a sociedade, uma vez que o conjunto de engrenagens poderia remeter a processos industriais e a representação de modelo atômico à história da química, por exemplo.

Uma leitura atenta das atividades entregues pelos participantes do GEHFC nos permite ver que os textos produzidos expressam suas visões sobre o meio científico no qual acreditavam pertencer, por isto após as aulas e atividades do GEHFC, eles foram questionados sobre mudanças de concepções em relação ao texto elaborado no início do semestre.

Infelizmente não conseguimos vislumbrar a possível mudança de concepções de todos os participantes do GEHFC, uma vez que apenas cinco pessoas do grupo compareceram no horário marcado para as entrevistas individuais.

A seguir iniciamos a análise textual discursiva dos textos produzidos pelos participantes e suas considerações sobre a atividade durante a entrevista, iniciamos pela figura 7, no qual vemos o texto produzido por A1.

Figura 7. Texto produzido por A1.

A figura, além de ter sido utilizada como ferramenta de comunicação em prol da divulgação com o intuito de apresentar um resumo visual do que se trata o evento, relacionou em suas formas, diversos procedimentos que são dados como base para a produção de qualquer projeto científico.

Os projetos científicos são desenvolvidos através de um método científico, ou seja, há um processo lógico, demonstrado na imagem com as engrenagens, que consiste em: coletas de dados, que são as observações e medições das experiências, ilustrada com a lupa em sentido de análise da vidraria de balão de fundo chato com uma substância dentro que possui a mesma cor que o símbolo do átomo moderno proposto pelo Rutherford, apresentando uma relação de que a substância é formada por átomos; formulação de hipóteses, ilustrada com a caderneta que parece apresentar além de hipóteses, os conhecimentos e informações prévios para a pesquisa; experimentos, novamente relacionando o balão de fundo chato e a lupa; teoria, ilustrada com os símbolos de certo na caderneta, referindo à hipóteses confirmadas e pôr fim a formação da lei científica, representada com o dardo fixado previamente no ponto principal do painel em vermelho.

Nota-se que as figuras não estão apresentadas em sequência lógica, e sim sobrepostas umas às outras com o intuito de representar a flexibilidade das pesquisas, cujo nenhuma lei científica é definitiva e portanto, está sujeita à modificações.

*P: Eu gostaria que você lesse sua primeira atividade. Você mudaria/ acrescentaria algum aspecto da sua resposta?*

*A1: Acrescentaria que para que toda a dinâmica da pesquisa funcionasse seria necessária uma peça significativa para mover as engrenagens: o investimento. Algo extremamente importante, que com ele toda a pesquisa poderá ser desenvolvida para o bem comum e sem ele, toda a pesquisa simplesmente para.*

Pelo texto, podemos ver que A1 inicialmente não levava em consideração o pluralismo da química enquanto seus métodos e modelos, salientando que há somente um método para se chegar aos conhecimentos científicos e que ele tem por base a observação, elaboração de hipóteses e definição de lei científica; A1 parece atribuir à observação todo o papel da experimentação, atitudes experimentalistas e predominantemente empírico-indutivistas.

Apesar acreditar em leis universais que regem os conhecimento científicos, a participante menciona a “flexibilidade das pesquisas” e a dinâmica da ciência, afirmando que as leis são passíveis de modificações. Porém, devido a desatenção da pesquisadora não foram feitas questões que proporcionassem o entendimento claro, se a participante entende que os modelos são representações do pensamento da ciência e não o objeto que representam.

Após as discussões do semestre, A1 afirma mais veementemente que a pesquisa científica possui um processo dinâmico, passível de mudanças, e insere em suas conclusões a necessidade de investimentos para o funcionamento da ciência e sua não neutralidade, fator não levado em consideração no texto.

Figura 8. Texto produzido por A2

**A Química e seus elementos:**

A imagem apresenta elementos relacionados à Química; Para se obter resultados, é preciso seguir passos e a planilha mostra exatamente isso, na química para se obter Teorias ou Leis é preciso observações e experimentos como ocorreu com o modelo proposto por Rutherford, o modelo planetário que aparece na figura. Rutherford com seu modelo definiu novas características para o átomo como; mais espaço vazio do que preenchido e uma região central(o núcleo). Mais tarde, o físico Niels Bohr propõe outro modelo, baseado no de Rutherford e descobriu que os elétrons se movimentavam ao redor do núcleo em trajetórias circulares, chamadas níveis de energia cada um com valores determinados de energia. Assim o alvo que aparece remete a descoberta de Bohr.

Para se chegar a resultados, teve-se a necessidade de criar equipamentos que facilitem as pesquisas de Físicos ou Químicos; a lupa e as engrenagens submetem-se a isso pois, uso da lupa é aumentar coisas pequenas; mais usa-se o microscópio por sua maior eficiência atualmente; e na química na maioria das vezes procuramos por partes microscópicas não visíveis a olho nu, o átomo de um determinado elemento, por exemplo. E as engrenagens lembram a criação de aparelhos que possam medir ou testar da melhor forma possível substâncias ou matérias desconhecidas.

Por último, o balão de fundo chato com um líquido esverdeado que parece ser uma substância; e não menos importante. O conceito de substância é uma porção da matéria que tem propriedades bem definidas e que são características; a união de elementos químicos formam substâncias puras e misturas, e estas tem cada uma peculiaridade que ajudam a diferenciar e tirar informações importantes. Portanto, a Química teve fundamental importância na comunidade, sem ela não teríamos a cerveja, pão, a bomba nuclear, etc.

A2 vê na imagem a possibilidade de discutir a história dos modelos atômicos de Rutherford e Bohr, mostrando em poucas linhas as limitações dos modelos e suas fases de superação. No texto é enfatizada a necessidade da criação de instrumentos e aparelhos para, por meio deles, conhecer e fazer ciência cuja base é a experimentação e o método científico.

Apesar de tender a uma visão acumulativa, rígida, empírico-indutivista e superespecializada (idealizada de maneira simplificada) do desenvolvimento científico, em poucas linhas o participante mostra interessar-se pela história da química e sua relação com a sociedade e os meios de produção.

O papel utilitarista da ciência, é exaltado no texto, afirmando que sem a Química a comunidade não teria desenvolvido alguns tipos de alimentos, bebidas e poderio bélico, deixando claro não ter assimilado que mesmo antes da ascensão da ciência moderna, os povos antigos dominavam técnicas artesanais como a fermentação, por exemplo.

Infelizmente A2 não nos concedeu uma entrevista ao final do semestre e, portanto, não temos dados que mostrem sua mudança, ou não, de pensamento sobre o assunto.

Figura 9. Texto produzido por A3.

A imagem mostra um bquer com água, as bolhas passam a impressão de que ela está evaporando. A lupa na parede do recipiente ampliaria a imagem da água se condensando novamente ao entrar em contato com o bquer. A prancheta com os itens mostra que é um procedimento, talvez um experimento ou pesquisa científica. O alvo pode ser ligado a esta ideia de certeza ao realizar o experimento, pois não encontrei outra ligação.

Este participante não é aluno do curso de química e cursou a disciplina HFCEC para aproveitamento de créditos. Como se pode ver no texto, A3, desenvolve poucas ideias que possam fundamentar nossa análise, é possível somente observar que o participante não possui familiaridade com os nomes das vidrarias, mas tenta assimilar a imagem aos conhecimentos relacionados aos estados físicos da água.

Em relação à experimentação, A3 a caracteriza como algo ligado a um procedimento exato, mostrando uma visão ingênua, experimentalista e analítica dos conhecimentos científicos.

Figura 10. Texto produzido por A4.

O folder apresenta seis elementos distintos: uma vidraria de laboratório com um tipo de solução dentro, uma lupa, uma representação atômica, uma prancheta assinalada com vistos, um alvo com flecha atingindo o ponto central e engrenagens. A maioria dos elementos sozinhos poderiam ter outros significados que não remetem à ciência, porém ao serem vistos em conjunto passam a ideia de “pesquisa científica”.

A lupa remete a investigação e a vidraria a experimentação. A prancheta remete a anotação das observações sobre o possível experimento, como em um relatório. Os vistos, bem como a flecha no centro do alvo denotam acertos, como se os resultados obtidos fossem os esperados.

As engrenagens remetem a mecanismos, como cálculos, que são frequentemente utilizados para se obter informação acerca do experimento. A representação atômica, que não é verdadeira, mas é muito utilizada pelo fato de ser amplamente difundida, é responsável pelo caráter de ciência em si.

As ideias principais da imagem são busca, experimentação e verificação de resultados. Figuras como os vistos e a flecha centralizada no alvo não denotam justificativas, apenas a compatibilidade com dados previamente estudados. Parece faltar algo que represente a metodologia para justificar o porquê os fenômenos observados apresentam tais resultados, já que se trata de pesquisa científica.

O fato de ser um folder torna compreensível a pequena quantidade de imagens, pois a informação deve ser passada rapidamente e em pouco espaço. Entretanto, essa pequena quantidade omite informações, como se o método científico se resumisse a poucas etapas. Por exemplo, como se apenas um experimento (vidraria) bastasse para validar algo como correto (vistos e alvo).

**P:** Bom, eu queria falar sobre essa atividade 1 (...) você acrescentaria, modificaria, alguma coisa na sua resposta, ou deixaria assim mesmo, o que você me diz depois de participar do GE e das aulas de HFC?

**A4:** Nossa! Essa disciplina foi igual Físico-Química e Orgânica pra mim, foi bem chocante!

**P:** Positivamente?

**A4:** Ah sim! (risos)

**A4:** Eu acho que a primeira coisa que eu observei na minha resposta foi a ingenuidade, né, eu escrevi algumas coisas que fazem sentido, realmente na parte da descrição dos elementos e a relação com a divulgação científica, isso eu não mudaria muito.

Nessa parte em si tava certo, só que minha ideia... eu não conseguia ver a coisa que tava errada nisso aqui, depois da disciplina a gente começa a ver por exemplo, uma coisa que eu escrevi aqui... eu passo a ideia de método científico, que era aquilo que a gente falou se tivesse um método científico mesmo a pessoa lá do ano mil conseguiria aplicar esse método e chegar nas mesmas conclusões, né.

*E não é bem assim, eu falava aqui, o fato de ser um fôlder torna compreensível a pequena quantidade de imagens pois a informação deve ser passada rapidamente em pouco espaço, entretanto essa pequena quantidade omite informações como se o método científico se resumisse a poucas etapas, eu tinha uma noção que era mais que isso a ciência mas eu não sabia o que faltava ainda para caracterizar, caracterizar não, diferenciar dessa imagem, porque a minha própria imagem era simples como essa, eu não entendia que teve todo um processo histórico e que não é tão fácil definir o que é ciência, porque são várias etapas eu não posso definir só como observação, só como experimentação, acho que é isso.*

O texto de A4 tem marcas de seu mundo vivido, sabendo de como os materiais são apresentados nos laboratórios didáticos e a forma com que são organizadas as aulas no curso, fica evidente que, ao descrever os elementos da imagem, ele descreve seu cotidiano, associando a prancheta a anotação para relatório e a flecha no centro do alvo a resultados esperados no experimento.

Essa necessidade de mostrar dados está também diretamente associada à dinâmica da vida no laboratório, no qual os profissionais menos experientes ocupam-se em realizar medidas e juntar dados para que os mais experientes as transformem em publicações científicas reconhecidas pela quimiosfera.

A participante A4 também parece compreender que modelos são mais adequados que leis universais, tendo em vista a mutabilidade da ciência, porém o texto não deixa claro se o participante entende a necessidade de um pluralismo de métodos na química.

Ao fazer a releitura após as discussões do GEHFC, A4 alega que sua visão de ciência e do trabalho científico era muito simplista e ingênua, afirmando, por exemplo, não levar em consideração o pluralismo e a necessidade de adaptação de metodologias, conceitos e modelos na química.

Figura 11. Texto produzido por A5.

A imagem apresenta elementos que trazem a mente referências ao estudo de ciências, por abordar em sua composição, um balão de fundo chato que remete aos processos laboratoriais, uma prancheta que pode ser associada a relatórios experimentais, um alvo representando o foco ou metas a serem atingidas, uma lupa que denota a investigação e procura por informações novas sobre algo, engrenagens que exprimem a funcionalidade de tudo, que é o que a ciência busca explicar e por fim um átomo que caracteriza o começo de tudo e deixa implícito a engenhosidade da formação de todo corpo.

O texto de A5 é conciso, mas mostra a dinâmica de seu mundo vivido, ou seja, de suas aulas de laboratório, nas quais segue-se roteiros para a execução de experimentos, coleta de dados e elaboração de relatório. Apesar de referenciar a engenhosidade da formação dos conhecimentos, A5 tem um discurso rígido e superespecializado da ciência não deixando claro somente pelo texto qual(is) sua(s) concepção(ões) sobre a história, epistemologia e/ou

dependências com outros campos do saber no processo de construção e aprendizagem de conhecimentos científicos.

Outro ponto que nos chama a atenção é o fato de o participante atribuir ao átomo como “*começo de tudo*”. Interpretar essa concepção não é fácil, mas provavelmente ele entende tenha querido expressar que os átomos são as entidades últimas que justificam as propriedades e o comportamento da matéria. Não se trata, provavelmente, da concepção de Willian Prout e de alguns seguidores, de que havia um átomo elementar (para Prout seria o Hidrogênio, e o “prótilo” para William Crookes, responsável pela formação de todos os demais elementos químicos). Uma terceira hipótese pode ser o fato de ele ter começado seus estudos de ensino médio pelo tema “atomística”, algo comum nos livros didáticos mais tradicionais.

Figura 12. Texto produzido por A6.

Na imagem acima podem ser identificados seis elementos: o modelo atômico de Bohr, uma lupa, um balão de fundo chato, um alvo com flecha, uma prancheta e algumas engrenagens. Cada um desses elementos podem ter relações diretas e indiretas com a ciência e essas relações serão apresentadas a seguir.

- Modelo atômico de Bohr: Embora não seja o modelo atômico atual ele é representado para remeter algum conteúdo à química ou a história da química mais precisamente.
- Lupa: Utilizada mundialmente para relacionar algo a ideia de pesquisa e/ou investigação não somente na área da ciência, mas em um contexto geral. Sites de pesquisa, por exemplo, costumam ter uma lupa como botão de “pesquisar”.
- O alvo com a flecha está na imagem para se referir à precisão e à exatidão, muito importantes ao trabalhar com o procedimentos experimentais na área da química. Inclusive este exemplo é utilizado também para explicar o próprio conceito de exatidão e precisão mostrando que esse elemento não foi colocado apenas por marketing no folder.
- Balão de fundo chato: além de ser uma vidraria de laboratório, pode ser utilizado para mostrar as aplicações da área da química a partir de reações e estequiometria.
- Prancheta: Uma prancheta, não somente na área da química, remete a ideia de organização e preparação.
- Engrenagens: Utilizada quando se quer relacionar algo à indústria, tecnologia e engenharia.

Para mim, a inserção desses elementos na imagem foi uma tentativa de mostrar que no evento em questão seria trabalhada tanto a parte histórica da ciência tanto as suas aplicações nas áreas de pesquisa e indústria e tecnologia utilizando a química como base para isso.

**P:** Certo, essa aqui é sua atividade 1, eu que queria que você lesse e me falasse se você acrescentaria alguma coisa, ou modificaria, dá uma olhada.

**A6:** Então, aqui onde eu falo da história da química e do modelo de Bohr eu pensei numa história mais geral, e agora eu consigo ver a história da química diferente com toda passagem que teve, eu imaginava a história não do jeito que a gente aprendeu, eu imaginava a evolução, era assim e agora ficou assim, eu não pensava em nada que a gente estudou Kuhn, Popper todas essas pessoas.

A participante descreve os elementos da imagem relacionando-os ao cotidiano e à química. Ao falar sobre a fecha fixada no alvo mostra a importância de se manter a exatidão em análises e processos químicos, reforçando a própria representação social que se tem da química como ciência “exata”.

No texto também estão contidas visões sobre a necessidade da integração da indústria e da engenharia e do desenvolvimento de novas tecnologias para o bem da sociedade.

O último aspecto que chama nossa atenção é que a participante associou a lupa a mecanismos de busca na internet, evidenciando seu mundo vivido enquanto pessoa conectada e habituada a pesquisas nesta plataforma.

Na entrevista, A6 afirma que não tinha ideia da dimensão histórica e epistemológica estudada durante o semestre, alegando que imaginava que a história seria “geral” e seguia uma cronologia evolutiva, cumulativa, descontextualizada e superespecializada, como a apresentada em materiais didáticos em que teve contato.

Figura 13. Texto produzido por A7.

A química busca através da observação e da experimentação encontrar soluções para problema simples do cotidiano Através de questionamentos simples como do que os homens são constituídos e da ambição de transformar simples metais em ouro que o átomo foi descoberto , ácidos foram criados e a técnica de destilação aprimorada. O estudo da química possibilitou a criação de remédios, a melhoria da agricultura ,na criação de combustíveis e de cosméticos , hoje essenciais para a manutenção da vida moderna.

Dá descoberta do átomo , e a denominação dada pelos gregos que os dividam em quatro tipos, átomo do ar, do fogo, e da água , até a abolição desse pensamento se passaram gerações de pensadores e filósofos, um dos que mais contribuíram para o aprimoramento formam os alquimistas ,na sua eterna tentativa de transformar tudo em ouro acabaram por descobri novos elementos da tabela periódica e soluções que mudaram o mundo. Antes divididas em 4 ,a química não para de crescer presente em tudo que rodeia o mundo pós industrial ela vem sendo cada mais subdividida ,fazendo necessitar de cada vez mais do profissional atuante nessa área. Por ser uma ciência exata e precisa, tudo tem de ser calculado minuciosamente todas as teorias testados e experimentadas e se necessário reformuladas.

*P: Depois de passar por todas as aulas de HFC e do GEHFC, você mudaria, acrescentaria ou tiraria alguma coisa da sua resposta na ATD1?*

*A7: Ái, tem tanta coisa pra colocar, né.*

*P: É? O que você colocaria?*

*A7: Eu coloquei que “A Química busca através da observação e da experimentação solucionar problemas do cotidiano” mas não é só isso tem tanta coisa que a gente nem sabe que precisa, mas precisa encontrar, eu não sei explicar. Eu acho que ficou bem ruim esse texto.*

*P: Por que?*

A7: Ele ficou muito superficial, não dá pra você simplesmente... é uma área de pesquisa, mas não dá para limitar ela a uma coisa a uma palavra, tem tanta coisa dentro. É... eu tava muito superficial, por mais que a química ajude no cotidiano tem muita coisa por trás, tem uma história gigante, é muito legal.

P: No seu texto você falou o que mais?

A7: Eu falei que a química e a alquimia são coisas bem diferentes, porque elas acreditavam em coisas diferentes, uma mais mística e outra mais racional, mais ciência.

P: Mais alguma coisa?

A7: Eu falei que começou desde a descoberta do átomo que a divisão de Aristóteles de Terra, fogo, ar, água e eu falei que desde que a gente começou a pensar do que as coisas eram feitas e quebrar em tantos pedacinhos e a quebrar por causa dessa imagem.

P: E você falou de algum outro elemento da imagem?

A7: Eu falei da parte, da pesquisa que para buscar melhorar o cotidiano.

P: Você concorda com essa parte?

A7: Eu não colocaria mais só para melhorar o cotidiano porque tem mais coisas por trás. Tem também quanto você quer lucrar com isso.

P: E sobre o alvo que estava na figura, esses outros elementos, você colocou?

A7: Não coloquei porque é para coisas mais exatas, e eu não acho que seja porque você quer colocar algo no vidro, mas não sabe se ele foi dilatado ou não se tem impureza, os cálculos ainda são mais exatos.

P: E você tinha essa noção antes desses 6 meses de química?

A7: Não, eu sabia que tinham pesquisas, e achava legal, mas não.

P: Não sabia que dependia de tantos fatores pra ser exato.

A7: Isso.

P: Se a gente lembrar do contraponto entre senso comum e cientistas você acha que você está caminhando para um dos lados, antes você era mais o quê?

A7: Eu era mais senso comum, achava que tinha o cientista bonzinho, que veste jaleco branco e que vai melhorar o mundo e não é bem assim.

P: Você descobriu isso sozinha ou depois das aulas?

A7: Depois das aulas eu comecei a pensar, e achei bem triste na verdade. Porque você pesquisa tanto, mesmo, nas coisas que foram acidentes, mesmo assim outra pessoa que não tem conhecimento sobre sua pesquisa ela que decide se sua pesquisa vai seguir ou não, isso eu achei triste.

P: Entendo, então o que mais te chamou a atenção foi a questão do utilitarismo e a questão da política de financiamento de pesquisas...

A7: É porque eu nunca gostei muito dessa parte, porque os outros escolhem eles para estarem lá mas eles não tem noção do que você está fazendo, mas mesmo assim decidem sobre o que você vai fazer e te dão ou não dinheiro para isso, eles tem um propósito mas não tem o conhecimento para saber sobre aquilo.

P: E você acha que essas discussões são importantes para a formação do químico ou do professor de química?

A7: Eu acho, que é importante pra saber a influencia que você tem... pras outras pessoas, por exemplo aquela história das garotas radioativas, que você contou na aula, porque eles sabiam do perigo e não avisaram, não informaram as meninas, e é triste isso, é importante discutir sobre isso para fazer um profissional mais humano. É importante conhecer a história para não fazer igual.

O texto produzido por A7 trata a ciência como embasada na observação e criação de teorias universais, ao longo do desenvolvimento é citada a história da química de maneira

superficial e simplista, culminando em comentários utilitaristas sobre o desenvolvimento e objetivo da química. Ao final do texto é possível ver que A7 tem noção da mobilidade da ciência pois entende que uma teoria pode ser modificada se testes experimentais comprovarem essa necessidade.

Mesmo afirmando que considera seu texto ruim, A7 foi um dos participantes que mais apresentou elementos para análise em seu texto. É possível ver associações dos experimentos a classificação, síntese e análise de dados, a relação entre o ser humano e a tecnologia, a necessidade do desenvolvimento de teorias, reformulações e constante pesquisa.

Na entrevista, A7 mostra ter superado visões descontextualizadas, individualistas, acumulativas, rígidas, neutras e superespecializadas da ciência descrevendo novas problemáticas que deveriam ser inseridas nas discussões sobre a imagem apresentada na atividade.

Figura 14. Texto produzido por A8.

O *folder* apresenta imagens individuais que, ao serem colocadas em conjunto, entende-se que possam se referir a alguma atividade ou assunto de cunho científico. O uso do balão volumétrico de fundo chato com o modelo atômico de Rutherford e a lista pode ser visto como uma experiência da área química, que deve seguir vários passos para ser executada de forma apropriada e segura. Percebe-se também que a imagem da lupa está focada no balão volumétrico, podendo indicar que algo irá acontecer com os compostos colocados dentro do mesmo, portanto esse processo merece observação e atenção para que se saiba o que realmente está acontecendo (ou irá acontecer) dentro do balão volumétrico.

As engrenagens no fundo sugerem movimento a reação no interior do balão volumétrico, indicando que os compostos em seu interior estão reagindo uns com os outros e que parecem estar formando um composto aquoso e liberando gás durante esta reação.

A flecha fixada no centro do alvo, localizados no quadrante superior direito, pode significar precisão, indicando que para a reação prevista ocorrer da forma correta não se deve fazer o experimento de qualquer forma, mas da forma correta, visando a precisão e exatidão. Em matérias como a química analítica qualitativa, por exemplo, preza-se muito a precisão e exatidão: tanto dos instrumentos quanto a do experimento como um todo.

Vale ressaltar que, como a reação química que está ocorrendo dentro do balão volumétrico está liberando algum gás que não se sabe a procedência, por estar sem uma tampa pode-se supor que o gás não é tóxico.

Portanto, o *folder* transmite que este evento será focado na química experimental e que não se pode fazer um experimento químico de qualquer forma, há regras e formas de execução e manuseio de materiais que devem ser seguidas para a realização correta do experimento e para a segurança do experimentador. Também pode-se afirmar que esta experiência deve ser acompanhada a todo momento para não se perder nenhum conhecimento a respeito dela e que se for observada atentamente poderá evitar qualquer problema durante a execução do mesmo.

**P:** Para irmos finalizando a entrevista, você leu sua atividade 1, que fizemos logo no início do semestre, que tinha essa imagem aqui. O A8 de antes e o A8 de agora mudaria alguma coisa, complementaria alguma coisa que talvez você não colocou na sua resposta?

**A8:** Eu sempre pensei muito no que está aí, mas depois das aulas eu comecei a pensar no que não está aí, eu acho que colocaria uma última frase complementando. Eu colocaria, que todas essas imagens em conjunto lembram de coisas científicas, lembram de laboratório, dessas coisas, mas elas não teriam sentido algum se alguém não tivesse colocado elas aí, de que adianta ter tudo isso e não ter alguém para usá-las, fazê-las, pensar nelas, pra usá-las, né, porque seriam apenas objetos jogados, todo mundo fala a terra é tão bonita, olha esses prédios, olha essas montanhas, tá legal, a natureza construiu a parte da natureza, mas a parte humana não existiria prédios e, não existiria ciência, se o ser humano não tivesse começado a fazer e a pensar, porque eu não

*faço isso, essa busca, né, então a última frase seria, tudo isso remete ao laboratório a lista remete a ordem, mas tudo que está aí inclusive papel e a tinta foi projetado por seres humanos.*

*P: Então o cientista ainda é o ponto principal da ciência, o ser humano?*

*A8: O ser humano, acho que o falar que o cientista é o ápice da humanidade eu não concordo, mas eu acho que qualquer um pode ser um cientista com muito esforço, com muita busca, vão ter inúmeros problemas na vida, todo mundo tem uma dificuldade, aí entra subjetividade, mas todo mundo pode ser um cientista assim como qualquer um pode ser um astronauta... um presidente da república.*

A8 fundamenta seu texto na experimentação, evidenciando seu mundo vivido em laboratório aos elementos da imagem, como por exemplo ao final do texto, no qual ele cita a necessidade de se realizar experimentos precisos, exatos e seguros, exibindo uma visão rígida, idealizada, individualista e empírico-indutivista da ciência.

Ao ser instigado a falar sobre sua atividade, A8, diz que acrescentaria o lado humano dos conhecimentos científicos, dando a entender que a ciência é uma construção humana e como tal possui sua própria dinâmica histórica e epistemológica de funcionamento.

## 6. 5 Avaliação dos participantes sobre as atividades desenvolvidas pelo GEHFC.

*Categorias:* formas de ver/fazer ciência; historiografia; quimiosfera; afordance; pluralidade e atitudes filosóficas.

*Argumentos aglutinadores:* Questionamos os participantes sobre o motivo pelo qual estavam cursando a disciplina HFCEC e pedimos para que eles fizessem uma avaliação sobre as ações do GEHFC em forma de comentários.

Os trechos a seguir são representativos destas discussões.

*P: Então foi por isso que você teve que cursar HFCEC, porque não tinha nada na sua grade da outra universidade e aqui ela é uma obrigatória do primeiro ano?*

*A8: Isso, eu até gostei dessa matéria, eu achei interessante, eu sempre tive o costume de ver ciência como algo extremamente exata e objetiva e nessa matéria eu abri a minha mente pra ver que não é bem assim, tem muita coisa subjetiva, se bem que eu sou muito objetivo, eu acho assim, interessante porque o subjetivo remete a algo que você não tem certeza, que não pode ser expresso como verdade absoluta, né, é um jogo entre objetividade e subjetividade.*

\*\*\*

*A7: Antes das discussões do GE eu era mais senso comum, achava que tinha o cientista bonzinho, que veste jaleco branco e que vai melhorar o mundo... e não é bem assim. Depois das aulas eu comecei a pensar, e achei bem triste na verdade. Porque você pesquisa tanto, mesmo, nas coisas que foram acidentes, mesmo assim outra pessoa que não tem conhecimento sobre sua pesquisa, e depois é ela que decide se sua pesquisa vai seguir ou não, isso eu achei triste.*

*P: Entendo, então o que mais te chamou a atenção foi a questão do utilitarismo e não utilitarismo, a questão da política de financiamento de pesquisas...*

*A7: Eu sempre tive uma visão utilitarista, eu achava que tudo tinha que existir para algo e eu tô mudando. Eu nunca gostei muito dessa parte, porque os outros escolhem... mas eles não tem*

noção do que você está fazendo, mas mesmo assim decidem sobre o que você vai fazer e te dão ou não dinheiro para isso, eles tem um propósito mas não tem o conhecimento para saber sobre aquilo.

*P: Por fim eu queria saber se você acha que essas discussões são importantes para a formação do químico ou do professor de química.*

*A7: Eu acho que é importante pra saber a influencia que você tem... pras outras pessoas, por exemplo aquela história das garotas radioativas, que você contou na aula, porque eles sabiam do perigo e não avisaram, não informaram as meninas, e é triste isso, é importante discutir sobre isso para fazer um profissional mais humano. É importante conhecer a história para não fazer igual.*

\*\*\*

*P: E você está fazendo HFC porque você já fez ou não tinha na sua grade?*

*A4: Tinha na minha grade mas eu peguei DP, e... quando eu fiz foi bem diferente do que está sendo agora, porque eu acho que nenhuma das turmas tiveram a chance de fazer essa matéria desse jeito, porque os professores nossos não são formados em HFC, nem o professor agora não é, mas ele chamava as pessoas que eram formadas nisso, então eu acho que... por mais que eu tenha pegado DP foi bom. Porque eu ia sair do curso sem essa formação, porque a que eu fiz não ajudou em muita coisa.*

*P: Por fim eu gostaria que você avaliasse o GEHFC..*

*A4: Eu acho que participar do GE foi importante, porque você trouxe alguns aspectos que a gente não viu na aula e são importantes para construir a ideia da ciência. Que nem a parte do racismo e da não neutralidade da ciência, aquela diferença entre ciência e técnica, a questão do utilitarismo, da imagem do cientista, também, eu acho importante ter um horário fora da disciplina para discutir essas coisas e a própria discussão em si.*

\*\*\*

*P: Você pode fazer uma avaliação crítica sobre as atividades do GEHFC?*

*A6: Embora eu não tenha participado de todas as reuniões, eu gostei bastante. Acho que superou bastante as expectativas que eu tinha de discussão, porque você sempre trazia uns textos que poderiam estar relacionados com a aula que a gente ia ter ou então aqueles outros textos de história que não exatamente estavam na aula que a gente ia ter, então complementou bastante e fez a gente ler bastante também! Como foi sempre aberto a discussão fazendo a gente ler ali na hora, eu gostei bastante mesmo... também foi legal o formato de trabalhar os textos, levar pra casa e continuar na próxima aula trazendo ideias, eu gostei bastante, era aquilo que eu imaginava mesmo. O grupo sempre estava aberto pra discutir, até coisas que não eram do tema, por exemplo eu contei experiências minhas que na verdade talvez não coubessem muito no texto que a gente estava lendo.*

Todos os trechos apresentados mostram certo clareamento de ideias e visões sobre a ciência e o desenvolvimento dos conhecimentos científicos. Os participantes destacam as discussões sobre a não neutralidade da ciência, o utilitarismo e a história como importantes para sua formação profissional e pessoal.

Os momentos de discussão, confronto de ideias e aprendizados coletivos com base em episódios históricos foram lembrados pela maioria dos participantes, mostrando que há poucas atividades na universidade que oportunizam esses aspectos.

Chama nossa atenção o fato de que não há no Departamento de Química um professor com formação voltada para a HFC ou em Ensino de Química (como dito por A4 e

verificado pela pesquisadora), resultando em uma lacuna formativa sobre os conhecimentos de história e filosofia da química. Neste mesmo movimento a formação pedagógica do curso fica sob a responsabilidade do Departamento de Educação onde, atualmente, não há professor formado em curso de licenciatura em Química.

Outro fato que deve ser salientado é que em nenhum momento da entrevista os participantes falaram sobre a interface HFQ/HFC em atividades do ensino superior, ficando essas discussões restritas as aulas de HFCEC e o GEHFC, mostrando que a formação global da maior parte dos docentes desta modalidade de ensino se equipara aos docentes do Ensino Médio a nível das discussões históricas e epistemológicas que cercam suas disciplinas científicas.

## CENÁRIO II

### **CAPÍTULO 7 CARACTERIZAÇÃO DO CURSO E DOS PARTICIPANTES NORTE-AMERICANOS DA PESQUISA.**

Os dados apresentados a seguir foram retirados de documentos públicos disponíveis em *websites* de acesso aberto. As análises e opiniões aqui expressas são unicamente provenientes da autora deste trabalho e não refletem necessariamente as opiniões dos idealizadores destes documentos.

A autonomia dos Estados dos EUA em relação às leis, cobrança de taxas sobre produtos e organizações das cidades é fator fundamental do país. É possível que o valor final pago pelo consumidor para mesmo produto é diferente conforme a cidade em que o produto foi comprado. Por exemplo, em 2019, em Houston (Texas) cobra-se 8,25% de taxas sobre os produtos comercializados já em New York City (New York) são cobrados 9,5%.

A autonomia não poderia ser diferente nas escolas; no ensino básico do Texas, por exemplo, não há distribuição de materiais didáticos ou materiais de apoio para o ensino das disciplinas. O professor é livre para escolher o material usado por todos da sala, sendo mais comum que ele discorra sobre determinado assunto e lance uma questão, na qual cada aluno é livre para escolher as referências que irá usar para elaborar sua resposta.

Não há um currículo a ser seguido como no Brasil, há apenas documentos que norteiam as competências e habilidades que os alunos devem desenvolver para aplicar-se na universidade. Dentro desta organização é comum também o incentivo a formação de atletas e a prática de esportes no contraturno (COLLINS, 2013).

Ao ingressar na universidade estudada, o estudante de graduação é apresentado a uma rede de apoio, que conta com programas de permanência estudantil, um professor orientador e atividades de integração do jovem à universidade.

Nos primeiros períodos os alunos são apresentados às disciplinas básicas que compõem o *Texas Core Curriculum (TCC)*, um currículo central criado para as universidades públicas do estado do Texas que garante que todos os alunos tenham as mesmas bases de conhecimentos. Segundo este documento,

Através do *Texas Core Curriculum*, os alunos obterão uma base de conhecimento sobre culturas e do mundo físico e natural, desenvolvem princípios de caráter pessoal e social responsabilidade de viver em um mundo diverso e aprimorar

habilidades intelectuais e práticas que são essenciais para todo aprendizado (TEXAS HIGHER, 2018, p. 4, tradução nossa)

O *TCC* é composto por 42 créditos e devem incluir as seguintes Áreas de Componentes Fundamentais: Comunicação; Matemática; Ciências da vida e físicas; Língua, Filosofia e Cultura; Artes Criativas; História americana; Governo/Ciência Política; e, Ciências Sociais e Comportamentais.

Dentro destas áreas, cada curso deve incluir três ou quatro dos seis objetivos principais do *TCC*, a saber:

1. Habilidades de pensamento crítico: pensamento criativo, inovação, investigação e análise, avaliação e síntese de informações.
2. Habilidades de comunicação: desenvolvimento, interpretação e expressão eficazes de ideias através da comunicação escrita, oral e visual.
3. Habilidades empíricas e quantitativas: manipulação e análise de números dados ou fatos observáveis que resultem em conclusões e informações úteis.
4. Trabalho em equipe: capacidade de considerar diferentes pontos de vista e trabalhar efetivamente com outras pessoas para apoiar um objetivo ou objetivo compartilhado.
5. Responsabilidade Social: competência intercultural, conhecimento de cidadania responsabilidade e capacidade de participar efetivamente de atividades em comunidades regionais, nacionais e globais.
6. Responsabilidade pessoal: capacidade de conectar escolhas, ações e consequências à tomada ética de decisões (TEXAS HIGHER, 2018, p. 4, tradução nossa).

A figura 15, a seguir apresenta as disciplinas do *TCC* oferecidas por esta universidade.

Figura 15: Texas Core Curriculum (TCC)

Texas General Education Core Curriculum <sup>^</sup>					
TCCNS Courses		UH	MAJOR REQUIREMENTS	UH	
<b>Communication (6 hours)</b>			<b>Language, Philosophy &amp; Culture (3 hours)</b>		
ENGL 1301	English Composition I	1303	ENGL 2342	Forms of Literature	2305
ENGL 1302	English Composition II	1304	PHIL 1301	Intro to Philosophy	1301
<b>Mathematics (3 hours)</b>			PHIL 2306	Intro to Ethics	1305
MATH 1314	College Algebra	1310	ARTS 1303	Art History I	1380
MATH 1332	Elem. Mathematical Modeling	1311	HIST 2311	Western Civilization 1450	2351
MATH 2413	Calculus I	1431	HIST 2312	Westerns Civilization from 1450	2353
<b>Math Reasoning (3 hours, institutional option)</b>			<b>Creative Arts (3 hours)</b>		
MATH 1324	Finite Mathematics I	1313*	ARTS 1304	Art History II	1381
MATH 1325	Business Calculus	1314*	DRAM 1310	Intro to Theater	1331
MATH 2312	Precalculus Math	1330	**Or choose any Creative Arts core course from your school's core approved list.**		
MATH 1342	Elementary Statistical Models	2311	<b>American History (6 hours)</b>		
PHIL 2303	Introduction to Logic	1321	HIST 1301	U.S. History to 1877	1377
<b>Life &amp; Physical Sciences (6 hours)</b>			HIST 1302	U.S. History after 1877	1378
BIOL 1408	Biology for Non-Sci Majors I	1310	<b>Government/Political Science (6 hours)</b>		
BIOL 1409	Biology for Non-Sci Majors II	1320	GOVT 2305	American Government I	1337
BIOL 1406	Biology for Sci Majors I	1361	GOVT 2306	American Government II	1336
BIOL 1407	Biology for Sci Majors II	1362	<b>Social &amp; Behavioral Sciences (3 hours)</b>		
CHEM 1411	General Chemistry I	1331	ANTH 2346	General Anthropology	1300
CHEM 1412	General Chemistry II	1332	ANTH 2301	Physical Anthropology	2301
CHEM 1413	Introductory Chemistry I	1301	ANTH 2351	Cultural Anthropology	2302
GEOL 1303	Physical Geology	1330	ANTH 2302	Introduction to Archaeology	2303
GEOL 1304	Historical Geology	1376	ECON 2302	Principles of Microeconomics	2304
PHYS 1401	College Physics I	1301	ECON 2301	Principles of Macroeconomics	2305
PHYS 1402	College Physics II	1302	PSYC 2301	General Psychology	1300
PHYS 2325	University Physics I	1321	SOCI 1301	Introduction to Sociology	1300
PHYS 2326	University Physics II	1322	*****The core course requirements above reflect the core curriculum as set by the University of Houston.*****		

Fonte: <https://uh.edu/academics/catalog/policies/degree-reqts/current-core/index.php>

Outra particularidade das grades curriculares do ensino superior nos EUA, são os cursos de *major* e *minor*. Diferentemente do que acontece no Brasil, as universidades norte-americanas aceitam os candidatos para uma vaga, e não para um curso. Isso significa que o aluno deverá definir sua profissão somente ao final do segundo ano de graduação, momento em que no Texas já se cursou boa parte do *TCC*.

Quando o estudante decide se formar em uma determinada área, está escolhendo seu *major* e, para isso, precisará cursar uma série de disciplinas dentro do segmento pretendido. Além das disciplinas obrigatórias, o aluno tem a flexibilidade de cursar matérias eletivas. Caso opte por concentrar as eletivas em uma área, terá direito a um *minor*. Assim, são frequentes os casos de alunos com um *major* em uma área e um *minor* em outra.

Outra modalidade de curso oferecida por algumas universidades norte-americanas é o *capstone* que serve como uma experiência integrativa de um programa educacional. Para formar um professor de química que atuará no ensino médio nesta universidade texana por exemplo, é necessário um *major* em química e um *capstone* em ensino de ciências e matemática.

Antes de falar sobre as grades curriculares de *major* e do *capstone*, é importante salientar que a universidade estudada é pública e tem competitividade nacional comprometida em atender as necessidades regionais e estadual da força de trabalho, tornando-se o principal mecanismo de desenvolvimento social, econômico e intelectual da cidade de Houston, do estado do Texas e do mundo através de sua educação, pesquisa e serviço.

O *Major Undergraduate Chemistry Course*, é oferecido pelo *Department of Chemistry* do *College of Natural Sciences and Mathematics*. O curso é dividido em *Bachelor of Arts (BA)* e *Bachelor of Science (BS)*. Ambos formam o equivalente a bacharéis em química, porém o BA tem um total de 32 créditos de cursos de química dos quais 21 créditos sejam de horas avançadas e 8 de experiências práticas de laboratório (com no mínimo 250 horas de contato com laboratórios físicos) e o BS um total de 50 créditos de cursos de química dos quais 36 créditos sejam de horas avançadas e 15 de experiências práticas somando no mínimo 450 horas de contato com laboratórios físicos.

A escolha por um deles dependerá exclusivamente do aluno e do desejo de receber uma educação mais ampla (*BA*) ou mais especializada (*BS*). Devido ao maior número de horas do curso, em geral os alunos formados em BS não cursam *minors*.

Analisando os currículos de ambos os cursos de *major BA* e *BS*, podemos ver que as atividades experimentais estão presentes em todos os semestres, acompanhadas das disciplinas teóricas de mesmo nome. As figuras 16 e 17, a seguir, apresentam sugestões de grades curriculares destes cursos.

Figura 16: Grade curricular do curso *Bachelor of Arts*

## Suggested Program - Bachelor of Arts in Chemistry

First Year		Third Year	
<b>Fall Semester</b>		<b>Fall Semester</b>	
<b>Course Name</b>	<b>Credit Hours:</b>	<b>Course Name</b>	<b>Credit Hours:</b>
ENGL 1303 - First Year Writing I	Credit Hours: 3.0	CHEM 4370 - Physical Chemistry I or	Credit Hours: 3.0
CHEM 1331 - Fundamentals of Chemistry	Credit Hours: 3.0	CHEM 4372 - Physical Chemistry II	Credit Hours: 3.0
CHEM 1111 - Fundamentals of Chemistry Laboratory	Credit Hours: 1.0		
MATH 1431 - Calculus I	Credit Hours: 4.0	PHYS 1122 - University Physics Laboratory II	Credit Hours: 1.0
HIST 1377 - The U S To 1877	Credit Hours: 3.0	POLS 1336 - U.S. and Texas Constitution and Politics	Credit Hours: 3.0
Social/Behavioral Sciences Core Course <b>Credit Hours: 3.0</b>		Foreign Language (2000-level) <b>Credit Hours: 3.0</b>	
<b>Total 17</b>		Creative Arts Core Course <b>Credit Hours: 3.0</b>	
<b>Spring Semester</b>		<b>Total 13</b>	
<b>Course Name</b>	<b>Credit Hours:</b>	<b>Spring Semester</b>	
ENGL 1304 - First Year Writing II	Credit Hours: 3.0	<b>Course Name</b>	<b>Credit Hours:</b>
CHEM 1332 - Fundamentals of Chemistry 2	Credit Hours: 3.0	CHEM 3369 - Analytical Chemistry	Credit Hours: 3.0
CHEM 1112 - Fundamentals of Chemistry Laboratory	Credit Hours: 1.0	CHEM 3119 - Analytical Chemistry Laboratory	Credit Hours: 1.0
MATH 1432 - Calculus II	Credit Hours: 4.0	NSM Capstone, Minor or Elective Courses <b>Credit Hours: 3.0</b>	
HIST 1378 - The U S Since 1877	Credit Hours: 3.0	Foreign Language (2000-level) <b>Credit Hours: 3.0</b>	
<b>Total 14</b>		Language, Philosophy & Culture Core Course <b>Credit Hours: 3.0</b>	
<b>Second Year</b>		POLS 1337 - U.S. Government: Congress, President, and Courts	Credit Hours: 3.0
<b>Fall Semester</b>		<b>Total 16</b>	
<b>Course Name</b>	<b>Credit Hours:</b>	<b>Fourth Year</b>	
CHEM 3331 - Fundamentals of Organic Chemistry	Credit Hours: 3.0	<b>Fall Semester</b>	
CHEM 3221 - Fundamentals of Organic Chemistry Laboratory	Credit Hours: 2.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemistry Electives Course <b>Credit Hours: 4.0</b></li> <li>• NSM Capstone, Minor or Elective Courses <b>Credit Hours: 11.0</b></li> </ul>	
MATH 2433 - Calculus III	Credit Hours: 4.0	<b>Total 15</b>	
PHYS 1321 - University Physics I	Credit Hours: 3.0	<b>Spring Semester</b>	
Writing in the Discipline Core Course <b>Credit Hours: 3.0</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemistry Electives Course <b>Credit Hours: 3.0</b></li> <li>• NSM Capstone, Minor or Elective Courses <b>Credit Hours: 12.0</b></li> </ul>	
<b>Total 15</b>		<b>Total 15</b>	
<b>Spring Semester</b>			
<b>Course Name</b>	<b>Credit Hours:</b>		
CHEM 3332 - Fundamentals of Organic Chemistry	Credit Hours: 3.0		
CHEM 3222 - Fundamentals of Organic Chemistry Laboratory	Credit Hours: 2.0		
MATH 3321 - Engineering Mathematics	Credit Hours: 3.0		
PHYS 1322 - University Physics II	Credit Hours: 3.0		
PHYS 1121 - University Physics Laboratory I	Credit Hours: 1.0		
Elective <b>Credit Hours: 3.0</b>			
<b>Total 15</b>			

Fonte: [http://publications.uh.edu/preview\\_program.php?catoid=34&poid=12641](http://publications.uh.edu/preview_program.php?catoid=34&poid=12641)

Figura 17: Grade curricular do curso *Bachelor of Science*

Suggested Program - Bachelor of Science in Chemistry

First Year		Third Year	
<b>Fall Term</b>		<b>Fall Term</b>	
<b>Course Name</b>	<b>Credit Hours:</b>	<b>Course Name</b>	<b>Credit Hours:</b>
ENGL 1303 - First Year Writing I	Credit Hours: 3.0	CHEM 3369 - Analytical Chemistry	Credit Hours: 3.0
CHEM 1331 - Fundamentals of Chemistry ( <b>Honors section is recommended</b> )	Credit Hours: 3.0	CHEM 3119 - Analytical Chemistry Laboratory	Credit Hours: 1.0
CHEM 1111 - Fundamentals of Chemistry Laboratory	Credit Hours: 1.0	CHEM 4372 - Physical Chemistry II	Credit Hours: 3.0
MATH 1431 - Calculus I	Credit Hours: 4.0	CHEM 4272 - Physical Chemistry Laboratory II	Credit Hours: 2.0
Social/Behavioral Sciences Core Course <b>Credit Hours: 3.0</b>		POLS 1336 - U.S. and Texas Constitution and Politics	Credit Hours: 3.0
HIST 1377 - The U S To 1877	Credit Hours: 3.0	Creative Arts Core Course <b>Credit Hours: 3.0</b>	
<b>Total 17</b>		<b>Total 15</b>	
<b>Spring Term</b>		<b>Spring Term</b>	
<b>Course Name</b>	<b>Credit Hours:</b>	<b>Course Name</b>	<b>Credit Hours:</b>
ENGL 1304 - First Year Writing II	Credit Hours: 3.0	CHEM 4370 - Physical Chemistry I	Credit Hours: 3.0
CHEM 1332 - Fundamentals of Chemistry 2 ( <b>Honors section is recommended</b> )	Credit Hours: 3.0	CHEM 4270 - Physical Chemistry Laboratory I	Credit Hours: 2.0
CHEM 1112 - Fundamentals of Chemistry Laboratory	Credit Hours: 1.0	PHYS 1122 - University Physics Laboratory II	Credit Hours: 1.0
MATH 1432 - Calculus II	Credit Hours: 4.0	NSM Capstone Course <b>Credit Hours: 3.0</b>	
HIST 1378 - The U S Since 1877	Credit Hours: 3.0	NSM Natural Sciences Approved Course <b>Credit Hours: 3.0</b>	
<b>Total 14</b>		POLS 1337 - U.S. Government: Congress, President, and Courts	Credit Hours: 3.0
<b>Second Year</b>		<b>Total 15</b>	
<b>Fall Term</b>		<b>Fourth Year</b>	
<b>Course Name</b>	<b>Credit Hours:</b>	<b>Fall Term</b>	
CHEM 3331 - Fundamentals of Organic Chemistry ( <b>Honors section is recommended</b> )	Credit Hours: 3.0	<b>Course Name</b>	<b>Credit Hours:</b>
CHEM 3221 - Fundamentals of Organic Chemistry Laboratory	Credit Hours: 2.0	CHEM 4369 - Instrumental Methods of Analysis	Credit Hours: 3.0
MATH 2433 - Calculus III	Credit Hours: 4.0	CHEM 4229 - Instrumental Methods of Analysis Laboratory	Credit Hours: 2.0
PHYS 1321 - University Physics I	Credit Hours: 3.0	CHEM 4365 - Inorganic Chemistry II	Credit Hours: 3.0
PHYS 1121 - University Physics Laboratory I	Credit Hours: 1.0	CHEM 4115 - Inorganic Chemistry Laboratory II	Credit Hours: 1.0
Writing in the Disciplines Core Course <b>Credit Hours: 3.0</b>		Chemistry Elective <b>Credit Hours: 3.0</b>	
<b>Total 16</b>		NSM Capstone Course/Electives <b>Credit Hours: 3.0</b>	
<b>Spring Term</b>		<b>Total 15</b>	
<b>Course Name</b>	<b>Credit Hours:</b>	<b>Spring Term</b>	
CHEM 2233 - Inorganic Chemistry I	Credit Hours: 2.0	<b>Course Name</b>	<b>Credit Hours:</b>
CHEM 2133 - Inorganic Chemistry Laboratory I	Credit Hours: 1.0	CHEM 4336 - Fundamental Biochemistry	Credit Hours: 3.0
CHEM 3222 - Fundamentals of Organic Chemistry Laboratory	Credit Hours: 2.0	Language, Philosophy, and Culture Core Course <b>Credit Hours: 3.0</b>	
CHEM 3332 - Fundamentals of Organic Chemistry ( <b>Honors section is recommended</b> )	Credit Hours: 3.0	NSM Natural Sciences Approved Course <b>Credit Hours: 3.0</b>	
PHYS 1322 - University Physics II	Credit Hours: 3.0	NSM Capstone Course/Electives <b>Credit Hours: 5.0</b>	
MATH 3321 - Engineering Mathematics	Credit Hours: 3.0	<b>Total 14</b>	
<b>Total 14</b>			

Fonte: [http://publications.uh.edu/preview\\_program.php?catoid=34&poid=12640](http://publications.uh.edu/preview_program.php?catoid=34&poid=12640)

Fizemos um breve levantamento sobre os objetivos das aulas de laboratório do curso, buscando encontrar neles reflexos das respostas dos alunos sobre nossa questão de pesquisa, ou como no caso brasileiro reflexos da ontologia do professor que ministra essas aulas. Este levantamento está sistematizado na tabela 3, a seguir.

**Tabela 3: Disciplinas de laboratório no Major Undergraduate Chemistry Course.**

Course	Description	Credit Hours
<b>CHEM 1111 - Fundamentals of Chemistry Laboratory</b>	Illustrates and reinforces principles and concepts by use of qualitative and quantitative experiments, emphasizing interpretation and reporting of data and facility in handling scientific instruments.	<b>Credit Hours: 1.0</b> <i>Lab Contact Hours:3</i>
<b>CHEM 1112 - Fundamentals of Chemistry Laboratory</b>	Illustrates and reinforces principles and concepts by use of qualitative and quantitative experiments, emphasizing interpretation and reporting of data and facility in handling scientific instruments.	<b>Credit Hours: 1.0</b> <i>Lab Contact Hours:3</i>
<b>CHEM 2133 - Inorganic Chemistry Laboratory I</b>	Illustrates and reinforces principal concepts and reactions of inorganic chemistry.	<b>Credit Hours: 1.0</b> <i>Lab Contact Hours:3</i>
<b>CHEM 3119 - Analytical Chemistry Laboratory</b>	Laboratory methods in analytical chemistry, including quantitative separation techniques, electrochemistry, and absorption spectroscopy.	<b>Credit Hours: 1.0</b> <i>Lab Contact Hours:4</i>
<b>CHEM 3221 - Fundamentals of Organic Chemistry Laboratory</b>	Syntheses, reaction mechanisms, and qualitative organic analysis.	<b>Credit Hours: 2.0</b> <i>Lab Contact Hours:6</i>
<b>CHEM 3222 - Fundamentals of Organic Chemistry Laboratory</b>	Syntheses, reaction mechanisms, and qualitative organic analysis.	<b>Credit Hours: 2.0</b> <i>Lab Contact Hours:6</i>
<b>CHEM 4115 - Inorganic Chemistry Laboratory II</b>	Synthesis and characterization of inorganic compounds.	<b>Credit Hours: 1.0</b> <i>Lab Contact Hours:4</i>
<b>CHEM 4229 - Instrumental Methods of Analysis Laboratory</b>	Advanced laboratory exercises in optical, electroanalytical, and chromatographic methods of analysis.	<b>Credit Hours: 2.0</b> <i>Lab Contact Hours:6</i>
<b>CHEM 4270 - Physical Chemistry Laboratory I</b>	Experimental determination of thermodynamic and colligative properties of matter. Uses of digital computers and computer graphics in the laboratory. Written reports in standard professional formats.	<b>Credit Hours: 2.0</b> <i>Lab Contact Hours:4</i>
<b>CHEM 4272 - Physical Chemistry Laboratory II</b>	Experimental determination of molecular structures via kinetic properties, spectroscopic properties and other instrumental methods. Uses of computers and computer graphics in the laboratory. Written reports in standard professional formats.	<b>Credit Hours: 2.0</b> <i>Lab Contact Hours:4</i>

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos documentos disponibilizados nos websites:

[http://publications.uh.edu/preview\\_program.php?catoid=34&poid=12640](http://publications.uh.edu/preview_program.php?catoid=34&poid=12640);

[http://publications.uh.edu/preview\\_program.php?catoid=34&poid=12641](http://publications.uh.edu/preview_program.php?catoid=34&poid=12641)

Como se pode observar as descrições não deixam clara a metodologia de ensino usada para atingir os objetivos das disciplinas, porém os materiais apresentados pelos alunos durante as entrevistas faziam referência a *Handbooks*, aos *Official Methods of Analysis of AOAC International* e a questões do tipo resolução de problemas.

Para se formarem professores de química os alunos do *major* precisam completar sua formação com um curso do tipo *capstone* oferecido por um programa que promove a parceria entre o *College of Natural Science and Mathematics* e o *College of Education* e apoiado pelo *Department of Education* dos EUA.

Qualquer aluno pode inscrever-se para a disciplina eletiva *CUIN 1101 – Teach Math or Science* de apenas um crédito logo no primeiro semestre do curso para aprender sobre o ensino de matemática e/ou ciências e obter uma experiência de ensino nas salas de aula de escolas públicas.

Após este primeiro contato com a escola, se o aluno optar por cursar este *capstone*, ele deverá cumprir um programa de 17 horas de curso que podem ser realizados em um semestre de cada vez ou em uma sequência compactada, dependendo da disponibilidade do aluno. A figura 18 a seguir, é uma sugestão de grade curricular que pode ser seguido pelo aluno e a figura 19 apresenta dos objetivos das disciplinas principais deste curso bem como os pré-requisitos para cursá-las.

Figura 18: Modelo de distribuição das disciplinas de formação de professores.

Semester 1	Semester 2	Semester 3	Semester 4	Semester 5	Semester 6	Semester 7	Semester 8
STEP 1	STEP 2	Knowing & Learning	Classroom Interactions	Perspectives or Physics as Inquiry	Research Methods	Multiple Teaching Strategies	Student Teaching & Student Teaching Seminar
	STEP 1	STEP 2 Knowing & Learning	Classroom Interactions	Perspectives or Physics as Inquiry	Research Methods	Multiple Teaching Strategies	Student Teaching & Student Teaching Seminar
Suggested Sophomore Pathway: (6 semesters) =====>		STEP 1	STEP 2 Knowing & Learning	Classroom Interactions Perspectives	Research Methods	Multiple Teaching Strategies	Student Teaching & Student Teaching Seminar
Suggested Sophomore/Junior Pathway: (5 semesters) =====>			STEP 1	STEP 2 Knowing & Learning	Classroom Interactions Perspectives or Physics as Inquiry	Multiple Teaching Strategies Research Methods	Student Teaching & Student Teaching Seminar

Fonte: <https://uh.edu/nsm/teachhouston/course-sequence/>

Figura 19: Objetivos das disciplinas principais do curso.

<b>Course Descriptions</b>	
<b>Courses</b>	<b>Objective</b>
CUIN 1101 Teaching Science and Math-STEP 1 <i>Prerequisites: None</i>	Lecture part of the course focuses on methods of teaching science and mathematics in schools. There is a field-based component that requires students to observe and teach science and math activities in elementary school classrooms.
CUIN 1102 Teaching Science and Math-STEP 2 <i>Prerequisites: CUIN 1101</i>	Lecture part of the course focuses on methods of teaching science and mathematics in schools. There is a field-based component that requires students to observe and teach science and math activities in middle school classrooms.
CUIN 3350 Knowing and Learning <i>Science and Math</i> <i>Prerequisite/Co-requisite: CUIN 1101</i>	This course covers a variety of theories and frameworks addressing how people come to know in mathematics and science related domains. Types of scientific and mathematical thinking and possible roles which might be played by the teacher and learner within each approach are developed.
CUIN 3351 Classroom Interactions in Science and Math <i>Prerequisites: CUIN 1102</i> <i>Prerequisite/Co-requisite: CUIN 3350</i>	This field-based course focuses on multiple models of teaching, what each model requires of teachers, and the corresponding impact on interactions that occur in mathematics and science classrooms. It attends to how content and pedagogy combine to address equity and diversity issues in classroom teaching to insure that all students have an opportunity to learn.
CUIN 3352 Perspectives on Science and Mathematics <i>Prerequisites: CUIN 1101</i>	This course introduces prospective mathematics and science teachers to the historical, social, and philosophical implications of mathematics and science advances which occurred during three significant episodes in history.
CUIN 4342 Science As Inquiry <i>Prerequisites: coming soon</i>	Builds students' deeper conceptual understanding of science concepts and pedagogical content knowledge through a process of guided inquiry.
CUIN 4350 Multiple Teaching Strategies in Science and Math <i>Prerequisites: CUIN 3351</i>	In this course, students investigate several teaching strategies that are effective in math and science classrooms. Students also discuss the use of assessment to improve student learning. Students use a variety of strategies to teach math or science lessons to middle or high school students. Additional students create a problem-based instructional unit. .
CHEM 4340, BIO 4340 Research Methods in Science and Math <i>Prerequisites: CUIN 3351 and one of CHEM 1111, 1117, BIOL 1161, 1162, PHYS 1101, 1121 or equivalent, or consent of instructor.</i>	In this course students perform four independent inquiries and learn to combine skills from mathematics and science to solve research problems in the manner of active scientists, mathematicians, and computer scientists.
<b>The following courses provide field experience</b>	
<b>Course Title</b>	<b>Field Experience</b>
CUIN 1101: Teaching Science and Math-STEP 1	Elementary School
CUIN 1102: Teaching Science and Math-STEP 2	Middle School
Classroom Interactions in Science and Math	High School
CUIN 4350: Multiple Teaching Strategies in Mathematics and Science	Middle/High School; Based on Certification Sought
Student Teaching	Middle/High School; Based on Certification Sought

Fonte: <https://uh.edu/nsm/teachhouston/students/courses/course-descriptions/>

É interessante destacar que o aluno de graduação tem contato com a escola desde o primeiro semestre do curso e terá a oportunidade de ingressar na profissão e aprofundar sua compreensão dos conceitos de ciências e matemática ao ensinar, compartilhando com os colegas suas vivências e interesses pelo ensino.

Ao finalizar o curso, os alunos estão aptos a trabalhar com alunos de graus 7 a 12 (equivalente aos anos finais do ensino fundamental e ensino médio) nas disciplinas matemática, ciências compostas, ciências da vida, ciências físicas, química, física e/ou ciência da computação, porém, é importante salientar que para ser tornar um professor certificado, é preciso além da obtenção do diploma universitário a aprovação no *TEXES Content Exam* e no *TEXES Pedagogy and Professional Responsibilities (PPR)* para o nível de ensino que desejam ensinar.

As disciplinas para a formação de professores de ciências de ensino médio são apresentadas na figura 20, a seguir.

Figura 20: Grade de disciplinas oferecidas pelo curso de formação de professores.

CUIN 1101: Teaching Math or Science — STEP 1		BIO or CHEM or PHYSICS 4340: Research Methods	
Prerequisites:	None	Prerequisites:	CUIN 3351: Classroom Interactions and one of CHEM 1111, CHEM 1117; BIOL 1161, BIOL 1162; PHYS 1101, PHYS 1121 or equivalent, or consent of instructor.
	Note: There are separate sections for math and for science.	Description:	Students perform four independent inquiries, combining skills from mathematics and science to solve research problems. Credit may be received for CHEM 4340 or PHYS 4340 or BIOL 4340.
Description:	The aim of the STEP courses is to attract students to careers in math & science teaching. University of Houston Master Teachers introduce students to examples of high-quality inquiry-based lessons and model the pedagogical concepts to which they are being introduced. Students are assigned an elementary school Mentor		
CUIN 1102: Teaching Math or Science —STEP 2		CUIN 4350: Multiple Teaching Strategies	
Prerequisites:	CUIN 1101: Teaching Science and Math—STEP 1	Prerequisites:	CUIN 3351: Classroom Interactions
	Note: There are separate sections for math and for science.	Description:	Note: There are separate sections for math and for science. In this course, students investigate several teaching strategies that are effective in math and science classrooms. Students also discuss the use of assessment to improve student learning. Students use a variety of strategies to teach math or science lessons to middle or high school students. Additionally students create a problem-based instructional unit
Description:	The aim of the STEP courses is to attract students to careers in math & science teaching. University of Houston Master Teachers introduce students to examples of high-quality inquiry-based lessons and model the pedagogical concepts to which they are being introduced. Students are assigned a middle school Mentor Teacher. They prepare and teach 3 lessons in their Mentor Teachers' classrooms.		
CUIN 3350: Knowing and Learning Science & Math		EDUC 4314: Student Teaching contact <a href="#">teachHOUSTON</a> for section number	
Prerequisites:	CUIN 1101: STEP 1 - Teaching Science and Math	Prerequisites:	Completion of professional development sequence and admission to student teaching
Description:	This course covers a variety of theories and frameworks addressing how people come to know in mathematics and science related domains. Types of scientific and mathematical thinking and possible roles which might be played by the teacher and learner within each approach are developed.	Description:	Demonstration of specified competencies in a school setting guided by a cooperating teacher and directed by a university supervisor. Seminar required.
CUIN 3351: Classroom Interactions		EDUC 4315: Student Teaching contact <a href="#">teachHOUSTON</a> for section number	
Prerequisites/ co-requisites:	CUIN 1102: STEP 2 - Teaching Science and Math CUIN 3350: Knowing and Learning Science & Math	Prerequisites:	Completion of professional development sequence and admission to student teaching
	Note: There are separate sections for math and for science.	Description:	Demonstration of specified competencies in a school setting guided by a cooperating teacher and directed by a university supervisor. Seminar required.
Description:	This field-based course focuses on multiple models of teaching, what each model requires of teachers, and the corresponding impact on interactions that occur in mathematics and science classrooms. It attends to how content and pedagogy combine to address equity and diversity issues in classroom teaching to insure that all students have an opportunity to learn.		
CUIN 3352: Perspectives		PHYS 4342: Physics as Inquiry	
Prerequisites:	CUIN 1101: STEP 1 - Teaching Science and Math	Prerequisites:	CUIN 3351; Phys 1301 or 1321
Description:	This course introduces prospective mathematics and science teachers to the historical, social, and philosophical implications of mathematics and science advances which occurred during three significant episodes in history.	Description:	Description: This course is designed to build students' deeper conceptual understanding of science concepts and pedagogical content knowledge through a process of guided inquiry.

Fonte: <https://uh.edu/nsm/teachhouston/students/courses/>

Na figura 20, podemos ver disciplinas voltadas para discussões sobre a metodologias, práticas e estratégias de ensino. Destaca-se neste rol a disciplina *Perspectives in math and science* responsável por introduzir aspectos históricos, sociais e filosóficos gerais aos professores em formação.

Neste cenário, é importante destacar que durante o estágio e acompanhamento das disciplinas de outono, a pesquisadora observou que a experimentação permeava grande parte das aulas sobre metodologias de ensino e métodos de pesquisa.

Nas aulas observadas havia uma grande variedade de materiais para experimentos disponíveis para o planejamento de aulas e em todas as propostas apresentadas a experimentação se fazia presente, com variados objetivos e abordagens.

Podemos ainda destacar que os cursos oferecidos no *major* parecem não se preocupar com discussões sobre o papel da experimentação ou questões complementares da química, deixando as discussões sobre as questões sociais, políticas e econômicas para as disciplinas do *Texas Core Curriculum* como os blocos *Language, Philosophy & Culture* e *Social & Behavior Science*, que não necessariamente são escolhidas pelos alunos para compor sua grade curricular.

Sabendo como se dá a formação dos professores de química neste cenário, sigamos nossa caminhada rumo a caracterização dos sujeitos desta pesquisa e ao entendimento destes sobre o papel da experimentação e quais discussões são pertinentes quando se aborda a ciência química em particular na formação inicial de professores norte-americanos.

## CAPÍTULO 8 ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA DAS ENTREVISTAS COM OS PARTICIPANTES NORTE-AMERICANOS.

Como já dissemos em capítulos anteriores, não houve tempo hábil para montar um grupo de estudos de HFC semelhante ao desenvolvido no Brasil com os alunos dos EUA, pois o semestre do estágio da pesquisadora não era compatível com o oferecimento da disciplina “*Perspectives*”. Não havia também muitos alunos que preenchessem o perfil estudado pela pesquisadora nas aulas de metodologia acompanhadas, ou seja, professores de química em formação inicial<sup>24</sup>.

Em uma turma de 20 alunos do curso de metodologia de ensino de ciências, apenas três faziam *major* em química/bioquímica e aceitaram participar voluntariamente desta pesquisa. O quadro 10 a seguir apresenta as respostas dos participantes sobre o início dos estudos na universidade, o tipo de formação no ensino médio e a expectativa em cursar química.

Para preservar a identidade destes participantes os identificaremos pela letra B e um número de identificação de 1 a 3.

**Quadro 10: Caracterização dos participantes norte-americanos.**

Participante	Entrada na universidade	Formação Ensino Médio	Expectativa de cursar Química
B1	2016	<i>I finished in 2015. It was a public school, full day, and it had the Texas state curriculum.</i>	<i>I decided to pursue biochemistry in order to eventually conduct research. I was able to use modern and innovative approaches to discover scientific principles. I was pursuing medicine. This undergraduate degree would have provided my prerequisite courses to enter into medical school. I was introduced to teaching, and I truly saw the need for students to learn math and science in a different way than they are being taught in schools today.</i>
B2	2018	<i>I finished in 2017 in a public and full day school.</i>	<i>For my personal reason, I am studying Chemistry purely out of passion. I do plan on attending optometry school and I may never utilize this chem degree after I graduate. However, I do enjoy studying Chemistry.</i>
B3	2018	<i>My school was public and full day. I finished in 2016.</i>	<i>I expected university to be self study and complex. Relating to real world applications. What I need to know to join the workforce.</i>

Fonte: Nossa autoria.

<sup>24</sup> Nota-se, portanto uma diminuição significativa no volume de dados coletados em relação ao cenário I já que a aproximação da pesquisadora não se deu da mesma forma como entre os alunos brasileiros. Outro ponto a ser destacado são os aspectos culturais e linguísticos que acompanham os dois cenários, apesar da pesquisadora ter boa comunicação em inglês, as entrevistas com os alunos norte-americanos geraram menos momentos de discussões comparados com os alunos brasileiros.

Como se pode ver os todos os participantes norte-americanos ingressaram na universidade há menos de três anos e tiveram sua formação de nível médio feita em escolas públicas norte-americanas de ensino integral.

Ao contrário dos participantes brasileiros, os norte-americanos não citaram espelhar-se ou serem influenciados pelos seus professores de ensino médio a cursar química, demonstrando interesse pessoal em estudar esta ciência, sendo comum também usar o curso para uma preparação mais profunda para futuras carreiras, como em centros médicos, por exemplo.

Para manter a coerência em relação a pesquisa iniciada no Brasil, fizemos a tradução da grade de perguntas da entrevista semiestruturada (quadro 9), excluindo as questões do bloco III cujo objetivo era perguntar sobre o GEHFC em específico. Desta forma a grade de questões para os participantes norte-americanos nos permitiu organizar o material coletado em 4 seções, e apresentar a análise textual discursiva em 3 blocos.

**Quadro 11: Grade de entrevista semiestruturada usada com os participantes norte-americanos.**

<p>Block I</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- What year did you finish high school?</li> <li>- How is the high school mode? (public/private, full day/ part time/ technical training)</li> <li>- Did you take History, Philosophy and Science (Chemistry / Physics / Biology) classes regularly?</li> <li>- Did you have a handout or books?</li> <li>- Was there a relationship between these disciplines? (Did your philosophy / history or sociology teacher use science-related examples and / or Did your science teacher use history / philosophy in class?)</li> </ul>
<p>Block II</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- What is your expectation / motivation to study chemistry?</li> <li>- In your curriculum you have the History and Philosophy of Science subject or something equivalent to the study of natural history? How is this classes, what kind of books do you read for example?</li> <li>- Did you read or study in your course about the nature of science or about the cientists works and relations between science and other fields like politic, economic, cultural or history?</li> <li>- In your undergraduate you have study groups or similar leade by a teacher or graduate student? Someone discuss about history or philosophy of chemistry?</li> <li>- Please, tell about your chemistry classes on the undergraduate course. Your experiences, examples about theoretical and pratical classes.</li> <li>- Is there a routine in class (describe if possible how the theoretical and laboratory classes are sequenced)?</li> <li>- Do theory and practice go together?</li> <li>- They motivate you to: Seek more knowledge / Ask questions, Make hypotheses and test them, Observe phenomena and seek explanations, Investigate subjects that interest you on the topic studied on the day.</li> <li>- Would you change anything about how chemical knowledge is brought to you in the course (theory / practice)?</li> </ul>
<p>Block 3The figure beside was taken from a scientific event dissemination folder. Using your knowledge and opinions build a text that discusses the elements presented in the picture.</p> <div style="text-align: right;">  </div>

Fonte: Nossa autoria.

## BLOCO I

### 8.1 A HFC/HFQ nas vivências dos participantes no Ensino Médio.

*Categorias:* historiografia; ensino e aprendizagem de química.

*Argumentos Aglutinadores:* Solicitamos que os participantes falassem sobre suas vivências e o uso da HFC/HFQ ao longo de sua vida escolar, antes da entrada na universidade.

Como se pode ver nas respostas todos os alunos foram submetidos a aulas de história, filosofia e ciências e, em poucas aulas, os alunos detectavam inter-relações entre essas disciplinas, sendo mais comum o estudo dos livros texto em conteúdos separados.

*P: Did you take History, Philosophy and Science (Chemistry/ Physics/ Biology) classes regularly? Did you have a handout or books?*

*B1: Yes, I had those classes. I did not have philosophy in high school. I had those classes everyday of the week. Each class was one hour long. We had those classes for like a year each. We had books and handouts. They were homework assignments. The main method of instruction in most classes was lecturing through a powerpoint. This would be graded by multiple choice tests*

*P: Did your philosophy, history or sociology teacher use science related examples? Or your science teacher use history or philosophy as examples.*

*B1: Well, the history didn't align much with science classes. We learned about different scientists that discovered things throughout history. However, in history class, we mainly learned about wars, politics, creation and destruction of civilizations. We talked about how technology influence this, but other than that we did not do anything.*

\*\*\*

*P: Did you take History, Philosophy and Science (Chemistry/ Physics/ Biology) classes regularly? Did you have a handout or books?*

*B2: Regularly. A year for each. Met up every day for about an hour. We had handouts and books for each class.*

*P: Was there a relationship between these disciplines?*

*B2: Every now then, there were connections made. For example, in Chemistry, many popular scientists had impacts that affected history.*

\*\*\*

*P: Did you take History, Philosophy and Science (Chemistry/ Physics/ Biology) classes regularly? Did you have a handout or books?*

*B3: Each course for a year at least and we met up 45 min daily for each class. All classes used textbook, big fat ones. But we only read some. We used handouts in every class.*

*P: So, was there a relationship between these disciplines?*

*B3: We could find relationships in chemistry - physics, biology- chemistry. But usually it's hard to relate different disciplines since the teachers don't usually focus on these relationships. Examples of relationships: electrochemistry and electricity. Nutrition and chemistry.*

Assim como os estudantes brasileiros, os norte-americanos citam aulas bem pontuais e com pouca regularidade preocupadas com essa interface. Apesar de observarmos maior volume de publicações sobre a HFQ/HFC e principalmente sobre filosofia da química nos

EUA, estas parecem não estar sendo aplicadas em planos de aula nas escolas básicas ou de ensino médio.

## BLOCO II

O bloco 2 de questões das entrevistas tinha a intenção de vislumbrar e mapear as concepções dos participantes sobre o contato com a HFC/HFQ nas aulas na universidade e aos objetivos e abordagens associadas ao uso da experimentação no ensino superior de química. A seção 8.2 a seguir apresenta as respostas dos alunos sobre o uso da HFC no ensino superior.

### 8.2 Contato e vivências com HFC no ensino superior

*Categorias:* ensino e aprendizagem de química; historiografia, quimiosfera e affordance.

*Argumentos aglutinadores:* Os participantes falam sobre o contato e as vivências relacionadas ao uso de HFC//HFQ no ensino superior.

Nas respostas dos alunos para as questões no bloco 2, vemos claramente a diferença de se entrar na universidade para um curso e para uma vaga.

Apesar de haver sugestões de grades curriculares para os cursos de *major* como as que apresentamos no capítulo anterior, os alunos são incentivados a conversar com seus professores orientadores antes de cursar as disciplinas; desta forma acreditamos que a ontologia destes orientadores reflete-se no acompanhamento e aconselhamento destes seus alunos.

Vejamos primeiramente as respostas de B1.

*P: In your curriculum you have the History and Philosophy of Science subject or something equivalent to the study of natural history?*

*B1: Yes, I had those classes. I had a history class 2 semesters. I would attend class two times a week. I had a philosophy class and that was a 3 hour class conducted once a week. The rest of my classes were science classes and I had them every semester. I would attend each of those classes twice a week. I would attend labs once a week.*

*P: This history classes... Is it about the history of science?*

*B1: We study a little, but the most of it was about US and Texas history.*

*P: Did you read or study in your course about the nature of science or about the scientists works and relations between science and other fields like politic, economic, cultural or history? How is this classes, what kind of books do you read for example?*

*B1: Yes, those other disciplines did use science related examples and the other way around as well. History has been shaped by people's desire to accept science, and science developed over time changing history. This made sure that relationships between the two types of classes would have to be addressed at every opportunity*

*P: In your undergraduate you have study groups or similar led by a teacher or graduate student? Someone discuss about history or philosophy of chemistry?*

*B1: Yes, I was in a class called perspectives. In this class I was able to read books, and attend lectures that discussed the development of these chemistry science concepts over time. The professor who taught this class is Dr. R.*

B1 está a três anos na universidade e teve sua formação estruturada a partir de disciplinas específicas da ciência, sua história e epistemologias. Chama nossa atenção, a fala “a história foi moldada pelo desejo das pessoas de aceitar a ciência, e a ciência desenvolvida ao longo do tempo, mudando a história” (tradução nossa) que parece mostrar que a participante entende a importância e a relevância do estudo das interfaces de outros campos do saber com a ciência de forma geral.

Já o participante B2 afirma não ter feito uma disciplina que alinhasse os conhecimentos de história e filosofia à ciência, dizendo que:

*P: In your curriculum you have the History and Philosophy of Science subject or something equivalent to the study of natural history?*

*B2: I have never taken a history and philosophy of science subject course at our university*

*P: Did you read or study in your course about the nature of science or about the scientists works and relations between science and other fields like politic, economic, cultural or history?*

*B2: I do ready and study papers that involve the discussion of scientists' works that do involve economics, politics, history, and culture.*

*P: In your undergraduate you have study groups or similar led by a teacher or graduate student? Someone discuss about history or philosophy of chemistry?*

*B2: We had study groups that discuss concepts and not the history or philosophy of chemistry.*

O grupo de estudos de conceitos de química citado por B2, parece ser formado pelos próprios alunos que se organizam para estudar juntos a matéria discutida na sala de aula e por isso tendem a não considerar a história ou epistemologia por trás destes conceitos e as inter-relações da química com outros campos da atividade humana.

Mesmo que B2 afirme que lê e estuda artigos que envolvem as discussões sobre o trabalho dos cientistas e a economia, política, história e cultura, ele mostra desconforto durante a entrevista e não cita quais trabalhos entrou em contato, nos dando a entender que esta resposta foi dada para satisfazer o desejo de resposta da pesquisadora durante a entrevista.

A seguir vemos as respostas de B3; a participante afirma que as primeiras disciplinas cursadas na universidade são bem semelhantes à organização do ensino médio e que as disciplinas avançadas usam os livros escolhidos pelos professores e que os exemplos são mais práticos do que conceituais, entendendo que as relações entre ciência, história, filosofia e outros campos tiram o foco do assunto principal que se deve estudar.

P: In your curriculum you need to read books or have the History and Philosophy of Science subject or something equivalent to the study of natural history?

B3: *The books I used for lower level courses were general and similar to the textbooks I used in high school. For example; general physics or general chemistry textbooks. Although we were encouraged to read the books, it wasn't necessary. But for the advanced courseworks like Biochemistry of Organelles per se, the professor assign textbooks based on his preferences, and it is required to understand the concepts. So the materials are more focused.*

P: *Did you read or study in your course about the nature of science or about the scientists works and relations between science and other fields like politic, economic, cultural or history?*

B3: *I think upper level courses focus more on practical applications. When the professors lecture, they use situations that happened in their labs or in other scientists' labs to explain the concepts. It more about the process of getting to the solution or the discovery rather than what the concept is. Since it is more focused on practical applications, we could find connections between the different disciplines.*

P: *In your undergraduate you have study groups or similar led by a teacher or graduate student? Someone discuss about history or philosophy of chemistry?*

B3: *Study groups were never led by professors. We had to go to their once if we had questions. But I have attended study sessions organized by TAs. Most often, I study with my peers.*

Chama nossa atenção a fala de B3 “*É mais sobre o processo de chegar à solução ou à descoberta do que sobre o que é o conceito. Como é mais focado em aplicações práticas, podemos encontrar conexões entre as diferentes disciplinas*” (tradução nossa), que por si considera a ciência como um conjunto de fatos descobertos de maneira pontual e que evidencia as aplicações práticas e utilitarista do trabalho científico em si.

Ainda sobre a organização da universidade, B3 mostra que ao entrar para uma vaga o aluno cursa disciplinas básicas e que os livros e apostilas usados são semelhantes ao ensino médio mas, à medida que avança o tempo de estudo os alunos são apresentados a materiais mais avançados relativos ao curso que optaram cursar.

Esta particularidade das universidades norte-americanas não nos parece tão ruim, já que ambienta o aluno ao meio universitário estimulando-o a estudar de maneira autônoma, diferentemente do cenário brasileiro no qual os alunos entram em contato diretamente com os materiais universitários avançados desde o primeiro dia de aula, que pode ter por consequência os altos índices de evasão do ensino superior logo nos primeiros contatos com a universidade.

### **8.3 Experimentação no Ensino Superior: contato e vivências com atividades experimentais no curso.**

*Categorias:* vivências em laboratório; ensino e aprendizagem de química.

*Argumentos aglutinadores:* Questionamos os participantes sobre a experimentação, objetivo principal deste trabalho. Assim, buscamos pelo entendimento sobre o papel da experimentação e do laboratório para os estudantes norte-americanos.

Como se poderá ver, solicitamos que eles falassem sobre suas vivências em aulas de laboratório e/ou atividades/projetos em que a experimentação é evidenciada durante o curso. A seguir, as respostas de B1.

*P: Please, tell about your chemistry classes on the undergraduate course. Your experiences, examples about theoretical and practical classes. Is there a routine in class? Do theory and practice go together?*

*B1: In classes like biochemistry lab and organic chemistry class, we were taught the principles in class. We would then attend the lab which will allow us to implement what we learned during lecture.*

*P: This classes, motivate you to: seek more knowledge, ask questions, make hypotheses and test them, or investigate subjects that interest you on the topic studied on the day..*

*B1: In biochemistry lab, I was able to conduct and present my own research project using current biochemistry procedures. Things like western blot, southern blot, and PCR cloning was used. I conducted my own research project in biochemistry and discover some different properties of the UBX protein. We had to form a hypothesis, create a experimental plan, and find a result.*

*P: Cool!*

*B1: Yes! I really like it!*

Como já vimos na análise da grade curricular, toda disciplina teórica vem acompanhada de uma disciplina prática, e, pela fala de B1, os conteúdos estudados são complementares. Outro fator interessante é a possibilidade de os alunos conduzirem suas próprias investigações, formulando hipóteses, criando um plano experimental e buscando resultados, como no exemplo dado por B1.

É importante destacar também que B1 é aluna da universidade há 3 anos e por isso encontra-se mais avançada no curso de *major* que seus colegas de classe, podendo iniciar suas próprias investigações.

Este é um fator importante a ser considerado já que a seguir B2 fala sobre suas vivências salientando que

*B2: The lower level chemistry courses such as (chem 1 and chem 2) lack conceptual explaining and focus more on procedural learning (plug into formulas). The classes run in a presentation and take notes format with brief periods to answer questions. However, the classes are so large that only a few students get to ask questions. In the laboratory setting, the labs are organized by an experiment with readings and questions to answer beforehand. Then, the TAs explain to the students the experiment and students are expected to perform the experiments with another partner. However, students normally do the experiments mindlessly and have less emphasis on the conceptual reasoning on performing the experiments. There is a complete lack of the teaching of application in the courses.*

*P: So, in this classes aren't motivate you to make hypotheses and test them, or investigate subjects that interest you?*

*B2: In lower level courses, there is little motivation to ask questions and to think out of the box. Hence why I see many chemistry majors drop there majors. However, in the upper level courses, I do find that the professors are more motivated to get students to learn the topic and to visit the professors in once hours to discuss concepts that the students are interested in. For me, the upper*

*level professors give me motivation to learn the topic and ask questions because they teach the topic well and will open once hours to discuss about research and what we learned in the classroom.*

As vivências de B2 estão muito relacionadas aos períodos iniciais do contato com o ensino superior. Para o participante as aulas teóricas são extensas e treinam os alunos para responder perguntas, já as aulas práticas seguem uma organização sistemática na qual se deve fazer leituras e responder questões com antecedência e realizar os experimentos em duplas seguindo as orientações do professor.

Semelhante aos participantes brasileiros, B2 salienta que “*os alunos normalmente fazem os experimentos sem pensar e há pouca ênfase no raciocínio conceitual sobre a realização dos experimentos*” (tradução nossa), concluindo ainda que nos cursos introdutórios há uma “*completa falta de aplicação*” para o que se ensina, ou seja, os objetivos didáticos destas aulas de laboratório parecem não estar claros, ou serem unicamente a reprodução de roteiros fechados.

Nesta mesma linha de comportamento segue o relato de B3.

*P: Tell me about your chemistry classes on the undergraduate course. Your experiences, examples about theoretical and practical classes. Is there a routine in class? Do theory and practice go together?*

*B3: As a biochem major, I have a minor in chemistry. So I have taken classes like General Chemistry which is a reiteration of high school chemistry. Very traditional setting and formal assignments. Usually have 2 lectures per week each 1.5 hrs long. Laboratory are usually 3-6 hrs. I have to make, prelab, some text to read and answer questions, lab and post lab.*

*P: What do you mean with post lab?*

*B3: The lab report. Then... You know... It was not a very enjoyable experience and meant to learn the basics. The higher levels chemistry classes like Organic Chemistry was more enjoyable and I felt I could make practical use of the coursework. The labs were 6 hrs long for O-Chem. When I took some other related classes, the concepts and skills were pretty helpful. Learning about organic compounds let us make a lot of connections with body, food, medicine and cosmetics.*

*P: Ok, in this classes are you motivated to make hypotheses and test them, or investigate subjects that interest you?*

*B3: I think when I can relate the concept to something that is relevant in my life, I would seek out more information on it. So learning is a very personal experience for me unless it is required for my degree.*

Além de falar sobre a rotina e o tempo necessário para a disciplina de laboratório, B3 salienta que os níveis básicos não são experiências muito agradáveis, já que não apresentam conteúdos com aplicações práticas e interessantes como o laboratório de Química Orgânica por exemplo, onde “*os conceitos e habilidades foram bastante úteis. Aprendendo sobre compostos orgânicos, vamos fazer muitas conexões com corpo, comida, medicamentos e cosméticos*” (tradução nossa).

Apesar da veia utilitarista, todos os alunos afirmam que as atividades cujo objetivo é reproduzir roteiros e reforçar conhecimentos de maneira mecânica não são tão motivadores e interessantes quanto as atividades em que se podem vislumbrar uma aplicação na área de interesse do aluno.

Desta forma, B3 afirma que “*aprender é uma experiência muito pessoal para mim, a menos que seja exigido para minha graduação*”(tradução nossa). Ele não cursará disciplinas que exaltem a repetição ou o aprendizado mecânico, ou seja, sempre que puder escolher a disciplina que comporá sua grade curricular terá uma aplicação prática e diretamente voltada para assuntos de seu interesse que o motivem a pesquisar e aprender sobre os assuntos.

Ao serem questionados sobre possíveis mudanças na forma como os conhecimentos químicos são trazidos até eles, a resposta parece uníssona.

*B1: I would try to get more engaging activities that involve the students during the lecture.*

\*\*\*

*B2: There needs to be more application in the teaching of chemistry. Also teaching should be done in a format where the concepts are broken down along with the mathematics. Problems should be done in class to show the deductive reasoning needed to do the assignments.*

\*\*\*

*B3: I would change the format of the Lower level classes to make them more relevant and interesting. So students can see value in learning about that topic.*

Além de apontarem para a necessidade de reformulação do método tradicional de ensino, com dito por B1, “*eu tentaria realizar atividades mais envolventes que envolvessem os alunos durante as aulas teóricas*” (tradução nossa). Os participantes mostram-se cientes de que o ensino de química precisa ser mais interessante e que “*os problemas devem ser feitos em sala de aula para mostrar o raciocínio dedutivo necessário para realizar as tarefas*” (B2; tradução nossa) para que os “*os alunos possam ver valor ao aprender sobre esse tópico*” (B3, tradução nossa).

#### **8.4 Análise textual discursiva sobre interpretação de imagem.**

*Categorias:* formas de ver/fazer ciência; quimiosfera; affordance.

*Argumentos aglutinadores:* Resgatamos a imagem usada na avaliação diagnóstica da disciplina HFCEC, e solicitamos que os participantes norte-americanos falassem sobre os

elementos veiculados na imagem, com isso buscamos mapear as visões dos participantes sobre a ciência, a experimentação e o trabalho científico.

Como já ressaltamos no capítulo 6, esperávamos que a representação de um modelo atômico, a lupa, as engrenagens, o balão de fundo chato, o alvo e a prancheta, dessem início à discussões sobre o papel da experimentação enquanto atividade de investigação, levantamento e teste hipóteses e do trabalho do cientista neste cenário que se estende para além das paredes do laboratório e relaciona-se com outros campos da atuação humana como a política, a economia e a sociedade, uma vez que o conjunto de engrenagens poderia remeter a processos industriais e a representação de modelo atômico a história da química, por exemplo.

As respostas dos participantes são apresentadas a seguir.

*B1: I believe this is a picture representative of a chemistry experiment. Students are looking at the atom, trying to be accurate and precise, and think about the mechanical aspects that make the reaction work. I would think that form with check marks would be if they got the answers they were testing for. If it reacted positively or not.*

*B2: The elements represent the scientific methods of chemistry (half filled flask and atomic model). The magnifying glass represents investigation and problem solving. The arrow represents precision and accuracy in experimentation. The checklist represents the steps needed to perform an experiment (hypotheses, experimentation, data gathering and presenting, and conclusion). The gears represent the flow of experimentation in that there is a method to experimentation.*

*B3: This image in my opinion is very typical. I would like to see more connections to what can be done with this knowledge.*

Nas falas dos participantes, é possível notar que B1 e B2, consideram a experimentação como um processo de investigação, e salientam a necessidade de realizar o levantamento de hipótese, experimentos, coleta, apresentação de dados e conclusão.

Ambos também julgam que a prancheta com dados são as respostas para os testes “*eu pensaria que esse formulário com marcas de seleção seria se eles obtivessem as respostas que estavam testando. Se reagiu positivamente ou não*” (B1, tradução nossa) mas não mencionam a necessidade de apresentação destes dados em relatórios como os participantes brasileiros.

A exatidão da ciência é lembrada pelos participantes, porém B1 escreve “*os alunos estão olhando para o átomo, tentando ser exatos e precisos, e pensam nos aspectos mecânicos que fazem a reação funcionar*” (tradução nossa) mostrando sinais de que a exatidão em uma análise química não é facilmente conseguida.

Observa-se também que nenhum participante considerou explicitamente fatores que relacionem a dinâmica da ciência à história da química, à questões econômicas, políticas e/ou sociais, por exemplo.

Por fim, salientamos a resposta de B3 *“Esta imagem na minha opinião é muito típica. Eu gostaria de ver mais conexões com o que pode ser feito com esse conhecimento”* (tradução nossa), que complementa sua fala anterior *“Eu mudaria o formato das classes de nível básico para torná-las mais relevantes e interessantes. Para que os alunos possam ver valor ao aprender sobre esse tópico”* (B3, tradução nossa) e mostra a insatisfação do participante em relação aos objetivos e a forma como são apresentados os conhecimentos de química, já que nos cursos iniciais da universidade estudada, eles não apresentam uma relação direta entre estes conhecimentos e seus usos e aplicações em campos correlatos do saber (bioquímica, farmácia, por exemplo) e muito menos para a sociedade e suas interfaces.

### **8.5 Estudo dos cenários I e II: limites e potencialidades.**

Explorando os cursos de formação inicial de professores de química dos cenários I e II, não com a intenção de compará-los mas de estudar seus limites e potencialidades. Podemos ver que ambos apresentam deficiências em relação a inclusão de estudos relacionados a história e filosofia da química.

No cenário do curso brasileiro estudado há pelo menos a obrigatoriedade da inserção desta disciplina no currículo comum do curso de química, ou seja, tanto bacharéis quando licenciados são obrigados a estudar por um semestre este tópico, porém ainda não se definiu por completo uma ementa que seja atualizada o suficiente e atenda as necessidades de discussão da química em particular.

No cenário do curso norte-americano estudado, a disciplina é oferecida a todos, porém não é obrigatória, logo, é muito provável que nem todo futuro professor de química se interesse em estudar tópicos relacionados a história e filosofia. Quando o fazem, são apresentados às ideias gerais sobre história natural e filosofia da ciência, já que o curso não pertence a uma grade curricular específica de química.

Neste quesito, o Conselho Nacional de Educação (CNE) e o curso da faculdade brasileira estudada, mostram-se à frente e atualizados segundo as mais recentes pesquisas da

área que defendem a inclusão dos tópicos HFC/HFQ na formação de profissionais de química e licenciados em ciências.

No quesito papel da experimentação para a química enquanto ciência particular e para seu ensino, o cenário I mostra-se em desvantagem. Segundo as concepções dos alunos<sup>25</sup> do curso estudado as atividades experimentais realizadas nas aulas de laboratório exaltam predominantemente o domínio de técnicas e de aparatos de laboratório.

Desta forma, não são inseridas situações em que o aluno deve fazer uma investigação ou pensar em hipóteses para solução de problemas. Há somente a necessidade de seguir um roteiro fechado e coletar dados para elaboração de um relatório de atividades. Segundo os participantes desta pesquisa, quando há questões a serem respondidas após a realização dos experimentos, elas não são desafiadoras e em nem sempre relacionam-se diretamente ao experimento realizado em laboratório.

Os alunos ainda afirmam que não conseguem associar os conteúdos apresentado nas aulas teóricas às aulas de laboratório, faltando sincronidade entre os temas estudados nestas aulas. A este fato soma-se questões pontuais que reforçam ideias de ciência superespecializada, cientistas como gênios e que a experimentação tem a função de comprovar um fato estudado pela teoria.

No cenário II, observamos dois tipos de vivências em laboratórios que se complementam para oferecer uma formação mais ampla do profissional formado. Segundo os participantes norte-americanos<sup>26</sup>, os primeiros cursos de química teórica (*lectures*) e seus respectivos laboratórios não são estimulantes ou desafiadores, já que se constituem de textos de leitura e questões a serem respondidas antes da atividade prática, um roteiro fechado que deve ser reproduzido em duplas sob a supervisão de um professor. Para os participantes, esta parte do curso não é motivadora o suficiente para que sejam feitas perguntas ou que se pense em questões para além das listas obrigatórias.

Nas aulas avançadas do curso o cenário muda e os professores estão mais motivados em apresentar os conteúdos de maneira que os alunos são levados a resolver problemas e iniciar suas próprias investigações, estudando autonomamente para levantar hipóteses, testá-las e apresentar suas conclusões.

Portanto, o cenário norte-americano mostra-se mais frutífero uma vez que teoria e prática andam juntas e os alunos aprendem a manusear instrumentos e seguir passos em

---

25 Lembrete: haviam entre os participantes brasileiros, discentes do primeiro, segundo e do quarto ano de curso.

26 Lembrete: haviam entre os participantes norte-americanos, discentes do segundo e quarto ano de curso.

roteiros nos cursos iniciais (como Química Geral I, por exemplo) para que nos cursos avançados (como Química Orgânica) possam dirigir suas próprias investigações.

Por fim, em relação ao ensino superior e à formação inicial de professores, todos os participantes apontam para a necessidade da mudança do ensino tradicional, já que em ambas as realidades são veiculadas, muitas informações por aula, em sua maioria por meio da leitura de slides. Eles sugerem que se façam atividades mais dinâmicas em que se usar do raciocínio teórico para construir conhecimentos mesmo que sem a experimentação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como dissemos na introdução deste trabalho, nossa motivação inicial partiu dos estudos de Prado (2015), cujas conclusões mostravam um panorama do papel da experimentação na história da química enquanto ciência particular e em seu ensino, considerando o nível médio e os livros didáticos gratuitamente distribuídos pelo governo federal.

Na época, as conclusões tendiam a acreditar que a experimentação se constituía de uma boa estratégia didática, porém caberia ao professor avaliar se outras estratégias ou recursos se adaptavam melhor à sua realidade em sala de aula. Para fazer esse julgamento, Prado (2015) defendia que era imprescindível que os professores conhecessem os principais aspectos da história e da epistemologia de sua ciência. Assim, os conhecimentos de HFC deveriam articular-se a experimentação enquanto metodologia/estratégia de ensino.

Em 2016, o Conselho Nacional de Educação delibera a inserção obrigatória da disciplina HFC nos cursos de formação de professores, indo ao encontro dos ideais defendidos por Prado (2015).

Ao olhar para o curso de formação de professores de química de uma universidade pública paulista, realidade mais próxima da pesquisadora, observamos alguns pontos que mereciam atenção, dentre eles entender qual o papel da experimentação e quais discussões são pertinentes quando se aborda a química em particular e a filosofia da química na formação destes profissionais: estudantes hoje, professores amanhã.

Ao ter a oportunidade de estagiar em uma universidade pública texana e entrar em contato com a organização e particularidades da universidade norte-americana a pesquisadora expande sua pesquisa e investiga também este cenário em busca de um estudo complementar.

Vimos que há a forte tendência ao reducionismo da Química à Física, devido à tardia organização da comunidade química em discussões filosóficas (meados de 1990). O interesse retardado por essas questões reflete-se diretamente na formação dos profissionais até os dias atuais, pois a maioria dos docentes atualmente em exercício não participaram destas discussões em sua formação, corroborando, portanto, o paradoxo: a química é uma ciência central no nível das práticas e marginal na discussão dos fundamentos conceituais e filosóficos.

Nos capítulos quatro, cinco e seis deste trabalho pudemos ver que as visões trazidas pelos participantes do GEHFC alinhavam-se ao paradoxo acima destacado, ou seja, muito se

acreditava no poder da química enquanto ciência solucionadora de problemas, porém pouco se pensava sobre as relações externas ao laboratório; por isso exploramos as discussões sobre o espaço químico, ou seja, a química e os compostos da natureza e da sociedade, seus potenciais teóricos, pressões sociais, políticas, econômicas e exigências ambientais e educacionais.

Provocamos os estudantes a olharem além das relações professor, estudante, modelos e experimentos, mostrando as inter-relações que permeiam seu do mundo vivido e a responsabilidade que há em um cientista e em um professor de química.

No que tange à experimentação, preocupação central deste trabalho, pudemos notar a necessidade intrínseca de reflexão por parte dos docentes de disciplinas de laboratório deste curso. Contrariando as pesquisas mais recentes sobre o tema e as próprias diretrizes previstas pelo PPP do curso, os experimentos são apresentados para os estudantes por meio de roteiros em que não são levados em consideração estratégias investigativas, a resolução de problemas ou mesmo as habilidades cognitivas dos alunos em unir os conceitos de química a execução de tarefas práticas na maioria das vezes repetitivas e automatizadas.

Como pudemos ver tanto nos excertos de experimentos retirados de materiais usados em aulas de laboratório como na fala dos participantes do GEHFC, nestes ambientes presa-se o aprendizado de técnicas, a segurança, a clareza e a rapidez que os estudantes desenvolvem os experimentos e obtém bons resultados.

Como vários participantes salientaram, é deixado a cargo do aluno e para o momento pós prática, o entendimento da atividade experimental desenvolvida, já que sequer as aulas teóricas se alinham aos estudos realizados em laboratório. O relatório, na maioria das vezes elaborado em grupos, é encarado como mais um dos inúmeros trabalhos que valem nota e que por isso devem conter os dados, resultados e discussões esperadas no experimento, ou seja, o erro é mascarado e os resultados manipulados para obtenção de boas notas ao final do semestre letivo.

Sabendo disso, lança-se a comunidade a pergunta retórica: de quê adianta abrir a mente dos alunos com leituras e discussões sobre ética, credibilidade, responsabilidades, pluralidade de metodológica, atitudes filosóficas, interdisciplinaridade, linguagem química, estrutura e funcionamento da química e de seu ensino, se nas atividades práticas medimos prioritariamente suas habilidades manipulativas (referente ao uso de instrumentos de laboratório e a capacidade de alterar dados para obter bons resultados)?

Já no cenário norte-americano, apresentado nos capítulos sete e oito, vimos uma clara distinção entre a maneira de formar profissionais entre o Brasil e os EUA. Além de nos depararmos com alunos ingressando na universidade para uma vaga, e, a partir de cursos iniciais escolher sua profissão, vimos que o suporte ao ingressante se dá para além do ensino formal e acadêmico de qualidade.

Todo aluno tem um professor para mediar suas escolhas e pode experimentar várias áreas a partir de cursos de níveis iniciantes logo no primeiro ano da entrada na universidade, destaca-se aqui a possibilidade de dar aulas em escolas de ensino básico antes de decidir formar-se professor, por exemplo.

Esta autonomia de escolha de cursos pode gerar uma combinação de grades curriculares que não abranjam estudos de história e filosofia da ciência mais aprofundados, o que ao nosso ver, limita a formação do profissional, futuro professor ou não.

Em relação a experimentação observamos dois momentos, o primeiro faz referência às disciplinas iniciais do curso e o segundo às disciplinas avançadas. Em relação às disciplinas iniciais do curso, nossos participantes relataram que sempre há uma disciplina teórica alinhada a disciplina de laboratório. Nesta última se segue roteiros fechados e antes das atividades práticas propriamente ditas é preciso estudar o material fornecido pelo professor e responder questões relacionadas aos conhecimentos que serão utilizados no experimento. Após a reprodução do roteiro em duplas, é preciso entregar um relatório de atividades apresentando os resultados coletados no experimento.

Segundo os participantes estas atividades são pouco motivadoras e extremamente repetitivas, já que eles não conseguem vislumbrar um motivo para realizá-las para além do desenvolvimento de habilidades mecânicas de manuseio de vidrarias e aparatos de laboratório.

Acreditamos que esta consciência em relação ao papel da experimentação nas disciplinas iniciais do curso é adquirida ao longo do tempo, pois, ao cursar as disciplinas avançadas, eles são levados a resolver problemas, levantar e testar hipóteses por meio de experimentos e em alguns casos iniciar seus próprios projetos de investigação.

Os participantes salientam que nas disciplinas avançadas, os professores parecem mais motivados, trazem problemas reais que acontecem em seus laboratório de pesquisa e além disso constantemente apresentam conexões entre o conteúdo estudado e seu uso em outras áreas, como por exemplo, conteúdos de química orgânica e bioquímica e sua aplicação

na resolução de problemas farmacêuticos. Um dos participantes chega a afirmar “*quando posso relacionar o conceito a algo que é relevante na minha vida, busco mais informações sobre ele*” abrindo a possibilidade pensar sobre o assunto em diferentes perspectivas como as culturais, sociais e políticas que envolvem o tema.

Caminhando para o fim e buscando responder à pergunta que nos motivou a iniciar este trabalho: *qual é o papel da experimentação e quais discussões são pertinentes quando se aborda a ciência química em particular e a filosofia da química na formação inicial de professores?* respondemos: deve-se levar em consideração as propostas mais atuais de ensino, no quesito experimentação no ensino superior, a resolução de problemas, experimentos contextualizados e atividades investigativas experimentais devem estar presentes no dia a dia destes estudantes, já que no futuro estes professores devem ser capazes de promover este tipo de atividade a seus alunos, além de serem capazes de enfrentar problemas reais e atuar criticamente na sociedade em que estão inseridos.

Neste mesmo sentido, as discussões promovidas pela filosofia da química sobre a quimiosfera, esquizovisão, as relações teoria e prática tendo a teoria como ferramenta para a experimentação, a linguagem pictórica da química, os problemas éticos, a pluralidade de métodos, modelos, atitudes epistemológicas e as relações da química com outros campos do conhecimento e fatores políticos, econômicos e sociais, são imprescindíveis.

Portanto, esperamos que este trabalho contribua para futuras discussões sobre a inserção da filosofia da química como complemento da HFC e sobre o uso mais proveitoso da experimentação no ensino de química no nível superior.

Provocamos também a comunidade científica de químicos que discutam, problematizem e desenvolvam a filosofia da química, principalmente no cenário brasileiro. Nesta missão, é importante destacar a recente publicação de Gois e Ribeiro (2019), que organizaram uma coletânea com as publicações brasileiras sobre o tema, criando um marco histórico para o início da Filosofia da Química no Brasil, no mesmo período em que esta pesquisa se desenvolvia.

Sugerimos, por fim, que o curso brasileiro estudado tome este trabalho como uma crítica construtiva e um diagnóstico que mostra pontos que precisam ser melhorados para a garantir uma boa formação inicial de professores de química.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO NETO, Waldmir. N. Estudos sobre a Noção de Representação Estrutural na Educação em Química a Partir da Semiótica e da Filosofia da Química. **Revista Virtual de Química**, v. 4, n. 6, p. 719-738, 2012.
- ATKINS, Peter; JONES, Loretta. **Princípios de Química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 965 p., 2006.
- AXT, Rolando. O papel da Experimentação no Ensino de Ciências. In: MOREIRA, M. A. e AXT, R. **Tópicos em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: Sagra, 1991, p. 79- 90.
- BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Tradução Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996, 314 p.
- BACHELARD, Gaston. **Le pluralisme cohérent de la chimie moderne**. 2e édition, Paris: Librairie philosophique J. Vrin, 237 p., 1973.
- BARITIERI, Stela M.; BASSO, Nara R. S.; BORGES, Regina M. R.; ROCHA FILHO, João B. Opinião dos estudantes sobre a experimentação em química no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 3, n. 3, 2008, p. 19-31.
- BENSAUDE-VICENT, Bernadette. Philosophy of Chemistry or Philosophy with Chemistry? **HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry**, v. 20, p. 59-76, 2014.
- BOGDAN, Roberto C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Deliberação CEE n.154/2017**, de 31 de maio de 2017. Dispõe sobre alteração da Deliberação CEE nº 111/2012 Disponível em:[http://www.anped.org.br/sites/default/files/images/651-06\\_delib-154-17-indic-160-17-.pdf](http://www.anped.org.br/sites/default/files/images/651-06_delib-154-17-indic-160-17-.pdf) . Acesso em: 01 jun 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parecer CEE n.111/2012**, de 14 de junho de 2012. Fixa Diretrizes Curriculares Complementares para a Formação de Docentes para a Educação Básica nos Cursos de Graduação de Pedagogia, Normal Superior e Licenciaturas. Disponível em: <https://www.fct.unesp.br/Home/Graduacao/Pedagogia/deliberacoes-cee-111-de-2012-e-126-de-2014.pdf> . Acesso em: 01 jun 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parecer CEE n.126/2014**, de 04 de junho de 2014. Altera dispositivos da Deliberação 111/2012. Disponível em: [http://www.ccg.unicamp.br/files/cfp/legislacao/Deliberacao\\_CEE\\_SP\\_126\\_2014.pdf](http://www.ccg.unicamp.br/files/cfp/legislacao/Deliberacao_CEE_SP_126_2014.pdf) . Acesso em: 01 jun 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parecer CNE n.2/2015**, de 01 de julho de 2015. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior(cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/agosto-2017-pdf/70431-res-cne-cp-002-03072015-pdf/file> . Acesso em: 01 jun 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999, p. 1 - 109.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018, 600p.

CAÑAL, Pedro L.. El análisis didáctico de la dinámica del aula: tareas, actividades y estrategias de enseñanza. In: PERALES, F. J. y CAÑAL, P. **Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias**. Alcoy: Marfil, 2000. p. 209-238.

CARDOSO, José L. V. Química y epistemología: una relación esquivada. **Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia**, v.1, n. 2/3, p.9-26, 2000.

CAREGNATO, Rita C. A.; MUTTI, Regina. Pesquisa qualitativa: análise de discurso *versus* análise de conteúdo. **Texto contexto - enferm. [online]**. 2006, vol.15, n.4, pp.679-684. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-07072006000400017>.

CAVALCANTI, Kaíza M. P. H.; CAMPELLO, Glória R. P. Visões de professores e alunos do ensino médio profissionalizante sobre a ciência e as atividades experimentais. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 16, p. 3-17, 2017.

CHALMERS, Alan F. *O que é ciência afinal?* Editora Brasiliense, 1993,

CHANG, Hasok. **Is Water H<sub>2</sub>O? Evidence, Realism and Pluralism**. Boston Studies in the Philosophy and History of Science (Book 293). Dordrecht: Springer, 340p., 2012.

CHAUÍ, Marilena. **Convite à Filosofia**. Editora Ática: São Paulo. 14ª edição. 2010, 310p.

COLLINS, Gail. **As Texas Goes...: How the Lone Star State Hijacked the American Agenda**. New York: Liveright Publishing Corporation. 2012, 277p.

EARLEY, Joseph E. How philosophy of mind need philosophy of chemistry. **Hyle Internacional Journal for the philosophy of chemistry**, p. 1- 28, 2008.

ERDURAN, Sibel; BRAVO, Augustin A.; NAAMAN, Rachel M. Developing epistemologically empowered teachers: examining the role of philosophy of chemistry in teacher education. **Science & Education**, p. 1- 16, 2006.

ERDURAN, Sibel; MUGALOGLU, Ebru Z. Chapter 10: Philosophy of Chemistry in Chemical Education: Recent Trends and Future Directions. In: MATTHEWS, M. R. **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching**, p. 287- 315, 2014.

ERDURAN, Sibel; SCERRI, Eric R. The nature of chemical knowledge and chemical education. In: Gilbert, J. O. J.; Justi, R. D.; Van Driel J. **Chemical Education: Towards Research-Based Practice**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p.7-27, 2002.

ERDURAN, Sibel. Beyond philosophical confusion: establishing the role of philosophy of chemistry in chemical education research. **International History, Philosophy and Science Teaching Conference**. Leeds, July 2005, p. 1- 24.

ERDURAN, Sibel. Philosophy of Chemistry: An Emerging Field with Implications for Chemistry Education. **Fifth History, Philosophy and Science Teaching Conference**. Pavia, Italy, 1999, p. 1-12.

ERDURAN, Sibel. Philosophy, Chemistry and Education: An Introduction. **Science & Education**, v. 22, p. 1559-1562, 2013.

ESPINOZA, Ana Maria. **Ciências na escola: novas perspectivas para formação dos alunos**. Tradução de Camila Bogéa. São Paulo/BR: Ática, 2010.

FERNANDES, Maria A.; PORTO, Paulo A. Investigando a presença da história da ciência em livros didáticos de Química Geral para o ensino superior. **Química Nova**, v.35 n. 2, 2012, p. 420-429.

GIL-PÉREZ, Daniel; Montoro, Isabel F.; Alís, Jaime C.; Cachapuz, António; Praia, João. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 2, 2001, p. 125-153.

GOIS, Jackson; RIBEIRO, Marcos A. P. (Orgs.) **Filosofia da Química no Brasil** [recurso eletrônico]. Porto Alegre, RS: Editora Fi, 2019, 208 p.

GOOD, Robert J. Why are chemists 'turned off' by philosophy of science? **Foundations of Chemistry**, v. 1, i. 2, p. 185-215, 1999.

HARRÉ, Rom. New Tools for Philosophy of Chemistry. **HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry**, v. 20, p. 77-91, 2014.

JANICH, Peter. **Philosophische Perpektiven der Chemie**. Mannheim: Bibliographisches Institut, 1994.

JANICH, Peter; PSARROS, Nikos. **Die Sprache der Chemie**. Würzburg: Königshausen & Neumann, 1996.

KAVALEK, Débora S; SOUZA, Diogo O.; DEL PINO, José C.; RIBEIRO, Marcos A. P. Filosofia e História da Química para educadores em Química. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 12, p. 1-13, 2015.

LABARCA, Martín; BEJARANO, Néelson; EICHLER, Marcelo L. Química e Filosofia: rumo a uma frutífera colaboração. **Química Nova**, v. 36, n8, p. 1256-1266, 2013.

LASZLO, Pierre. **A palavra das coisas ou a linguagem da química**. 1ª edição. Lisboa: Gradiva, 1995.

LASZLO, Pierre. Chemistry, Knowledge Through Actions? **HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry**, v. 20, p. 93-116, 2014.

LATOUR, Bruno; WOOLGAR, Steve. **A vida de laboratório: produção dos fatos científicos**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 310 p., 1997.

LATOUR, Bruno. **Enquête sur les modes d'existence. Une anthropologie des modernes**. Paris: La Découverte, Coll. Hors collection Sciences Humaines, 2012, 504 p.

LEBRUN, Gérard. **A filosofia e sua história**. São Paulo: Cosac Naify, 2006, 608p.

LEMES, Anielli F. G.; PORTO, Paulo A. Introdução à filosofia da química: uma revisão bibliográfica das questões mais discutidas na área e sua importância para o ensino de química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências**, v 13, n. 3, p. 121-147, 2013.

LOGUERCIO, Rochele Q.; DEL PINO, José C. Contribuições da História e da Filosofia da Ciência para a construção do conhecimento científico em contextos de formação profissional da química. **Acta Scientiae**, v. 8, n.1, 0. 67-77, 2006.

LOPES, Alice C. **Currículo e epistemologia**. Ijuí: Unijuí, 2007, 232p.

LUCKESI, Cipriano C. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições**. 13ª edição, São Paulo: Cortez, 2002, 190p.

MAZINI, Eduardo J. Entrevista semi-estruturada: análise de objetivos e de roteiros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PESQUISA E ESTUDOS QUALITATIVOS, 2004, Bauru. **Anais**. Bauru: USC, 2004. v. 1. p. 1-10.

MINAYO, Maria C. S.; DESLANTES, Suely F.; GOMES, Romeu. **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Editora Vozes, 1993, 214p.

MONTEIRO, Paula. C. RODRIGUES, Maria A , SANTIN FILHO, Ourides. Experimentos com abordagem investigativa propostos por licenciandos em Química. IN: XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, XI, 2017, Florianópolis. **Atas...**Florianópolis: ENPEC, 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/busca.htm?query=MONTEIRO+P>.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria C. **Análise Textual Discursiva**. 3 ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2016, 264p.

MORETTO, Vasco P. **Prova: um momento privilegiado de estudo, não um acerto de contas**. 9. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2010.

MOURA, Geziel N. Visões e virtudes pedagógicas do ensino experimental da química: o que dizem professores de Química que utilizam a experimentação em suas práticas pedagógicas. **Dissertação de Metrado**, Programa de pós-graduação em educação em ciências e matemáticas. Universidade Federal do Pará, 2008.

NYE, Mary-Jo. Historical Sources of Science-as-Social-Practice: Michael Polanyi's Berlin. **Historical Studies in the Physical and Biological Sciences**,v. 37, p. 409-434, 2007.

OLIVEIRA, Jane R. S.– Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**. v.12, n.1, p. 139-156, 2010.

PERRIN, Jean. *Atoms*. First UK Edition: Constable & Co., London, 1916, 211p.

PPP – **Projeto Político Pedagógico**. Projeto de Reestruturação do Curso de Licenciatura em Química para atender às Deliberações CEE 111/2012 e 126/2014 e à Resolução CNE 2/2015, 2016, 250p.

PRADO, Letícia; CARNEIRO, Marcelo C. A experimentação em foco: o que pensam os licenciandos sobre o tema? **E-Mosaicos**, v. 7, n.16, p. 26-34, 2018b.

PRADO, Letícia; CARNEIRO, Marcelo C. O que pensam os licenciandos sobre a química e a experimentação? Uma pesquisa na disciplina história e filosofia da ciência. **Anais do IV Congresso Nacional de Formação de Professores e XIV Congresso Estadual Paulista sobre Formação de Educadores**. Águas de Lindóia: FUNDUNESP, p. 1-12, 2018a.

PRADO, Letícia; WESENDONK, Fernanda S. Caracterização dos objetivos associados à experimentação a partir de produções em Ensino de Ciências: um estudo dos Anais do EVEQ. In: EVENTO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA, XV, 2017, Araraquara. **Atas...** Araraquara: EVEQ, 2017a. Disponível em: <https://www.iq.unesp.br/#!/eveq/sobre-o-evento/anais/>.

PRADO, Letícia; WESENDONK, Fernanda S. Objetivos de utilização da experimentação presentes em produções acadêmico-científicas publicadas nos anais de um evento da área de ensino de ciências. **Actio: Docência em Ciências**, v. 4, n. 2, p. 148-168, 2019.

PRADO, Letícia; WESENDONK, Fernanda S. Objetivos de utilização de experimentações na Produção Acadêmico-Científica em Educação em Ciências: um estudo a partir dos Anais do ENPEC. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS., XI, 2017, Florianópolis, **Atas...Florianópolis: ENPEC, 2017b**. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/busca.htm?query=PRADO+L>.

PRADO, Letícia. As atividades experimentais de química no currículo do Estado de São Paulo: abordagens e objetivos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO, VI, 2017, Bauru. **Atas...Bauru: CBE, 2017**, p. 735-742. Disponível em: [http://www.cbe-unesp.com.br/2017/pages/anais\\_cbe\\_v04.pdf](http://www.cbe-unesp.com.br/2017/pages/anais_cbe_v04.pdf).

PRADO, Letícia. Pressupostos epistemológicos e a experimentação no Ensino de Química: o caso de Lavoisier. **Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência). Faculdade de Ciências. Universidade Estadual Paulista. Bauru, 233p, 2015.**

PRAIA, João; CACHAPUZ, António; GIL-PEREZ, Daniel. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 2, p. 253-262, 2002.

RIBEIRO, Marcos A. P. A emergência da Filosofia da Química como campo disciplinar. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.16, n. 2 , p. 215-136, 2016.

SANTOS, Simone B; ODETTI, Héctor Santiago; OCAMPO, Ester Mercedes; ORTOLANI, Adriana E.; NASCIMENTO JÚNIOR, Baraquizio B.; SANTOS, Bruno F.; RIBEIRO, Marcos A. P. A disciplina de História da Ciência e da Técnica: contribuições para o ensino e a formação de Professores de Química. **Educación Química**, n. 25, v. 1, p.71-81, 2014.

SCERRI, Eric. Normative and Descriptive Philosophy of Science and the Role of Chemistry. In: Baird, D., Scerri, E.R., McIntyre, L. (eds.). **Philosophy of Chemistry: Synthesis of a New Discipline**, Boston Studies in the Philosophy of Science, Vol. 242, p.119-128, 2006.

SCERRI, Eric R. Chapter 6: Philosophy of Chemistry reduction, emergence, and chemical education. In: ELLISON, M., et al.; **Advances in Teaching Physical Chemistry**. American Chemical Society: Washington, DC, 2007, p. 59-72.

SCERRI, Eric R. Philosophical confusion in chemical education research. **Journal of Chemical Education**, v. 80, n. 5, p. 468-474, 2003.

SCERRI, Eric R. Philosophy of chemistry: where has it been and where is it going. p. 208-225, 2013.

SCHUMMER, Joachim. The Methodological Pluralism of Chemistry and Its Philosophical Implications. In: Eric R. Scerri & Lee McIntyre (Hg.): **Philosophy of Chemistry: Review of a Current Discipline**, Dordrecht: Springer, p 1-12 , 2014.

SCHUMMER, Joachim. The Philosophy of Chemistry: From Infancy Towards Maturity. In: Davis Baird, Eric Scerri & Lee MacIntyre (eds.), **Philosophy of Chemistry: Synthesis of a New Discipline** Boston Studies in the Philosophy of Science, Vol. 242, Dordrecht: Springer, p. 19-39, 2006.

SCHUMMER, Joachim. The Philosophy of Chemistry. In: Fritz Allhoff (ed.), *Philosophies of the Sciences*, *Blackwell-Wiley*, pp. 163-183, 2010.

SCHUMMER, Joachim. The Preference of Models over Laws of Nature in Chemistry. In: *European Review*, v. 22, n. S1, p. S87-S101, 2014a.

SCHUMMER, Joachim. Why Do Chemists Perform Experiments? In: Danuta Sobczykńska, Paweł Zeidler, Ewa Zielonacka-Lis (eds.): *Chemistry in the Philosophical Melting Pot*, Frankfurt am Main, Peter Lang, p. 395-410 , 2004.

SNOW, Charles P. *The two cultures*. Great Britan: Cambridge University Press, 1993. 107p.

TEXAS HIGHER EDUCATION COORDINATING BOARD. *Texas Core Curriculum*. Org. PAREDES, Raymund A.; STEDMAN, Stuart. W., et al., 2018. Disponível em: . Acesso em: 30 out. 2019.

VAN BRAKEL, Jaap. On the Neglect of the Philosophy of Chemistry. *Foundations of Chemistry*, v.1, p.111–174, 1999.

VAN BRAKEL, Jaap. Prehistory of the Philosophy of Chemistry. *Handbook of the Philosophy of Science. Volume 6: Philosophy of Chemistry*. Volume editors: Robin Findlay Hendry, Paul Needham and Andrea I. Woody. General editors: Dov M. Gabbay, Paul Thagard and John Woods. Elsevier, p. 21-45, 2012.

## APÊNDICE A

### Termo de consentimento livre e esclarecido

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Para realização da pesquisa intitulada “*Compartilhando vivências e a busca pela essência no discurso opaco de profissionais em formação inicial: a experimentação em foco*”, necessito obter compreensões e percepções sobre a formação inicial de professores no contexto do Grupo de Estudo em História e Filosofia da Ciência por meio de gravações dos encontros, atividades escritas e entrevistas semiestruturadas com os participantes.

Sua participação é voluntária e você não receberá qualquer valor em dinheiro por ela. Seu nome não aparecerá em nenhum momento do estudo ou, qualquer publicação decorrente da pesquisa. Você será identificado por um nome fictício. Se quiser, poderá consultar o pesquisador a qualquer momentos pessoalmente, por telefone ou por e-mail, para esclarecer quaisquer dúvidas que venham a surgir.

---

Letícia do Prado  
 Pesquisadora Responsável  
 (14)98131-2749/ (14)3652-3725 – [leticiaadpd@gmail.com](mailto:leticiaadpd@gmail.com)

Eu, \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ R.G. \_\_\_\_\_, li o termo de esclarecimento acima e concordo em participar do estudo.

Bauru, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 201\_\_\_\_.

---

Assinatura do participante da pesquisa.

## APÊNDICE B

### Publicações diretamente e indiretamente vinculadas a este projeto de pesquisa (19).

1. PRADO, L.; WEZENDONK, F. S. . Objetivos de utilização da experimentação presentes em produções acadêmico-científicas publicadas nos anais de um evento da área de ensino de ciências. **ACTIO: Docência em Ensino de Ciências**, v. 4, p. 148-168, 2019.
2. PRADO, L.; RODRIGUES, D. F. . Mulheres na História da Ciência: uma década de publicações nas revistas Química Nova e Química Nova na Escola. **História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces**, v. 19, p. 54-70, 2019.
3. PRADO, L.; CARNEIRO, M. C. . O episódio histórico das teorias do flogisto e calórico: criando interfaces entre a História e Filosofia da Ciência e o Ensino de Química na busca pela humanização do trabalho científico. **História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces**, v. 18, p. 153-180, 2018.
4. PRADO, L.; CARNEIRO, M. C. . A Experimentação em Foco: O que Pensam os Licenciandos sobre o Tema?. **e-Mosaicos**, v. 7, p. 26-34, 2018.
5. PRADO, L. Dorothy Hodgkin e seus estudos cristalográficos sobre a estrutura da penicilina. **História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces**, v. 18, p. 128-151, 2018.
6. PRADO, L.; ZAMUNER, L. LOPES, J. Ensino Médio, Ciência e Química: a produção acadêmico científica no Congresso Brasileiro de Educação. In: VII Congresso Brasileiro de Educação, 2010, Bauru, São Paulo, Brasil. **Anais do VII Congresso Brasileiro de Educação**. Bauru: Unesp, 2019. p. 1-8.
7. TRENTIN, L. M; RODRIGUES, D. F.; PRADO, L. Aplicação da história da ciência como metodologia para o ensino de química: uma revisão bibliográfica. In: VII Congresso Brasileiro de Educação, 2010, Bauru, São Paulo, Brasil. **Anais do VII Congresso Brasileiro de Educação**. Bauru: Unesp, 2019. p. 1-8.
8. PRADO L.; TAVARES, F. D.; FERRAZ, I. P.; SACALIZA, T. Metodologias para o Ensino de Ciências no Ensino Fundamental: uma revisão dos anais do Congresso Brasileiro de Educação. In: VII Congresso Brasileiro de Educação, 2010, Bauru, São Paulo, Brasil. **Anais do VII Congresso Brasileiro de Educação**. Bauru: Unesp, 2019. p. 1-8.
9. OLIVEIRA, E. S.; OLIVEIRA, M. S.; PRADO, L. Feira de Ciências no ensino médio: apontamentos sobre atividade didática experimental “A química da luz”. .In: VII Congresso Brasileiro de Educação, 2010, Bauru, São Paulo, Brasil. **Anais do VII Congresso Brasileiro de Educação**. Bauru: Unesp, 2019. p. 1-8.
10. TRENTIN, L. M. ; RODRIGUES, J. L. ; ZAMUNER, L. D. O. ; PRADO, L. . Tem química na guerra? Um relato de experiência sobre o uso da História e Filosofia da Ciência em aulas de Química. In: X Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química, 2019, Bauru - SP. **Anais do X Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química**, 2019. p. 34-34.
11. TAVARES, F. D. ; PRADO, L. . O conceito de energia no ensino de química: análise de uma sequência didática ministrada no Ensino Médio. In: X Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química, 2019, Bauru - SP. **Anais do X Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química**, 2019. p. 115-115.

12. ZAMUNER, L. D. O. ; PRADO, L. . Blog como recurso cooperativo para professores da rede básica no ensino de química. In: X Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química, 2019, Bauru - SP. **Anais do X Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química**, 2019. p. 311-311.
13. SCALIZA, T. ; FERRAZ, I. P. ; JACOMIN, N. ; PRADO, L. . Desvendando um caso criminal: a experimentação investigativa no Ensino de Química. In: X Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química, 2019, Bauru - SP. **Anais do X Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química**, 2019. p. 110-110.
14. ZAMUNER, L. D. O. ; PRADO, L. . Utilização do livro 'The poisoner's handbook' como tema gerador para o ensino de química. In: XIII Semana da Química - O poder da Química: Educação, Indústria e Tecnologia, 2019, Bauru - SP. **Anais da XIII Semana da Química**, 2019.
15. PRADO, L.; CARNEIRO, M. C. . O que pensam os licenciandos sobre a química e a experimentação? Uma pesquisa na disciplina história e filosofia da ciência. In: IV Congresso Nacional de Formação de Professores. XIV Congresso Estadual Paulista sobre Formação de Educadores, 2018, Águas de Lindóia. **Anais do IV Congresso Nacional de Formação de Professores e XIV Congresso Estadual Paulista sobre Formação de Educadores**, 2018. p. 1-12.
16. PRADO, L.; WEZENDONK, F. S. . Caracterização dos objetivos associados à experimentação a partir de produções de ensino de ciências: um estudo dos anais do EVEQ. In: XV Evento de Educação em Química 'Arte e Ciência: diálogos possíveis para a Educação em Ciências', 2017, Araraquara, SP, Brasil. **Anais do XV Evento de Educação em Química**. Araraquara: Unesp, 2017. p. 1-9.
17. PRADO, L.; WEZENDONK, F. S. . Objetivos de utilização de experimentações na produção acadêmico-científica em educação em ciências: um estudo a partir dos anais do ENPEC. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2017, Florianópolis, SC.. **Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2017. p. 1-9.
18. PRADO, L. .As atividades experimentais de Química do Currículo do Estado de São Paulo: abordagens e objetivos. In: VI Congresso Brasileiro de Educação, 2017, Bauru, São Paulo, Brasil. **Anais do VI Congresso Brasileiro de Educação**. Bauru: Unesp, 2017. p. 1-9.
19. PRADO, L. . Compartilhando vivências e a busca pela essência do mundo vivido de profissionais em formação inicial: a experimentação em foco. In: XV Reunião Técnica do Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência, 2017, Bauru, São Paulo, Brasil. **Anais da XV Reunião Técnica do Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência**, 2017. p. 1-8.

### **Artigos submetidos para publicação (3):**

1. PRADO L.; TRENTIN, L. M. História e Filosofia da Ciência para o Ensino de Química: analisando dez anos de trabalhos acadêmicos científicos e sua usabilidade no ensino básico. **Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências**.

2. TRENTIN, L. M. ; RODRIGUES, J. L. ; ZAMUNER, L. D. O. ; PRADO, L. História e Filosofia da Ciência atrelada à experimentação: Minicurso “Química na Guerra”. **Revista Thema.**
3. PRADO L.; TAVARES, F. D. Energia no dia a dia: análise de uma sequência didática ministrada no Ensino Médio. **Revista Thema.**