

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FLAVIO TAJIMA BARBOSA

ESTILOS DE PENSAMENTO QUÍMICO: UM OLHAR FLECKIANO SOBRE OS  
PROCESSOS DE CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO EM UM PROGRAMA  
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA  
BRASILEIRA

CURITIBA

2024

FLAVIO TAJIMA BARBOSA

ESTILOS DE PENSAMENTO QUÍMICO: UM OLHAR FLECKIANO SOBRE OS  
PROCESSOS DE CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO EM UM PROGRAMA  
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA  
BRASILEIRA

Tese apresentada como requisito parcial à  
obtenção do grau de Doutor em Educação em  
Ciências e em Matemática, no curso de Pós-  
Graduação em Educação em Ciências e em  
Matemática, Setor de Ciências Exatas,  
Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Joanez A. Aires

CURITIBA

2024

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Barbosa, Flavio Tajima

Estilos de pensamento químico: um olhar Fleckiano sobre os processos de construção de conhecimento em um programa de pós-graduação em química de uma universidade pública brasileira / Flavio Tajima Barbosa. – Curitiba, 2024.

1 recurso on-line : PDF.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática.

Orientador: Joanez Aparecida Aires

1. Química – Estudo e ensino. 2. Conhecimento e aprendizagem. 3. Universidades e faculdades - Pós-graduação. I. Universidade Federal do Paraná. II. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática. III. Aires, Joanez Aparecida. IV. Título.

Bibliotecário: Elias Barbosa da Silva CRB-9/1894



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO EM  
CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA - 40001016068P7

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **FLAVIO TAJIMA BARBOSA** intitulada: **ESTILOS DE PENSAMENTO QUÍMICO: UM OLHAR FLECKIANO SOBRE OS PROCESSOS DE CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO EM UM PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA BRASILEIRA**, sob orientação da Profa. Dra. JOANEZ APARECIDA AIRES, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua **APROVAÇÃO** no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 28 de Novembro de 2024.

Assinatura Eletrônica

03/12/2024 13:33:38.0

JOANEZ APARECIDA AIRES

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

03/12/2024 13:33:33.0

EVANDRO FORTES ROZENTALSKI

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ)

Assinatura Eletrônica

03/12/2024 15:21:40.0

MARCELO VALERIO

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

03/12/2024 16:51:22.0

NOELA INVERNIZZI CASTILLO

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

10/12/2024 09:22:30.0

WALDMIR NASCIMENTO DE ARAUJO NETO

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO)

*Dedico este trabalho aos meus sobrinhos*

*Gabriela, Helena e Lucas*

## AGRADECIMENTOS

Realizar o doutorado era um sonho. Não pelo título, ou pelo prestígio que ele representa. Mas, sim, pelo desafio que esse processo nos impõe. Durante essa trajetória, aprendi muito sobre disciplina, humildade, dedicação e agradecimento, os quais, surgiram lado a lado com sentimentos como medo, aflição, angústia, fracasso. O processo foi difícil, mas, assim como só se vê o topo de uma montanha subindo até lá, eu só consegui observar o meu processo de crescimento após ter finalizado este trabalho. Por isso, gostaria de agradecer a algumas pessoas importantes que me ajudaram nesta trilha.

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à Deus. O processo fez com que, de alguma maneira, eu compreendesse o que Ele representa, me fazendo aprender a não desistir, e “seguir em frente”. Com isso, tive forças para continuar.

À minha família, meus pais Neivaldo e Maria; Carol e Helena; Hugo, Lígia, Gabi e Lucas, que mais uma vez tiveram que me aguentar “inventando coisa”. Agradeço muito por sempre terem sido meu porto seguro. A confiança que vocês me dão, me faz acreditar que tudo é possível.

À minha amada Bruna. Presente que encontrei pelos caminhos do doutorado. Se tenho algo a agradecer aos encontros desta vida, foi o de ter sido sua banca, justamente, ao ingressar no doutorado. Ela me acompanhou e me apoiou durante todo o processo, sempre me fazendo acreditar que aquilo “era pra mim”. Eu agradeço o seu carinho, cuidado e parceria. Te amo, xuzinha!

À minha inestimável professora Joanez. Somente com orientações como as suas, eu pude acreditar que ia dar certo. A professora nunca, em nenhum momento, me fez pensar em desistir. Jamais. Ao contrário. As orientações sempre me mostravam a importância daquele trabalho, e como ele me fazia crescer. Como uma boa professora sempre o faz, aprendi a ler e a escrever, e, principalmente, a pensar. A pensar em coisas boas e justas, e que um mundo melhor é possível. Agradeço por toda amizade, empenho e dedicação.

Aos membros da banca, Waldmir, Evandro, Noela e Marcelo. Minha mente simplesmente flutuou no dia da defesa – em ideias, pensamentos, caminhos e

soluções. Ao realizar os ajustes sugeridos, vi a importância que deram ao meu trabalho, e como se empenharam em, de fato, me ajudar. As reflexões me ajudaram a “atribuir ordem ao caos inicial das observações”. Agradeço pela parceria.

Ao meu grupo de pesquisa em História, Filosofia, Sociologia da Ciência na Educação em Ciências. Os encontros com colegas que estão no mesmo processo certamente ‘humanizam as ciências’, e nos fazem compreender que, ao fazermos parte de um Coletivo, os vínculos de Pensamento são fortalecidos. Agradeço pelas trocas de ideias, parcerias e risadas, “epistemólogos(as) das ciências”!

A todos e todas (e foram muitos!) que contribuíram para a realização deste trabalho. O meu muito obrigado!

Os pensamentos circulam de indivíduo a indivíduo, sempre com alguma modificação, pois outros indivíduos fazem outras associações. A rigor, o receptor nunca entende um pensamento da maneira como o emissor quer que seja entendido. Após uma série dessas peregrinações, não sobra praticamente nada do conteúdo original. *De quem é o pensamento que continua circulando?*

Ludwik Fleck



## RESUMO

Um dos objetivos consensualmente estabelecidos entre pesquisadores da área de Educação em Ciências é de que o Ensino de Ciências deve possibilitar aos estudantes uma compreensão sobre as ciências que vá além dos seus conteúdos/produtos. Isto é, aos estudantes também deve ser dada a possibilidade de compreenderem algo *sobre* as ciências, ou seja, sobre os processos de construção dos conhecimentos científicos. Isso pode ser realizado por meio da abordagem conhecida como Natureza da Ciência (NdC), que adota como pressuposto que a História, a Filosofia e a Sociologia das Ciências, dentre outras metaciências, podem oferecer subsídios importantes para a compreensão sobre como ocorrem esses processos. Entretanto, muitos pesquisadores da área argumentam sobre a importância de que uma abordagem específica nos domínios das disciplinas científicas seja realizada, para que as peculiaridades de cada ciência sejam mais bem enfatizadas. E, nesse sentido, muitos pesquisadores defendem a importância da compreensão da *natureza da química* (NdQ). Dentre as diversas posições epistemológicas que subsidiam a compreensão sobre a natureza da química, a análise da atividade científica proposta por Ludwik Fleck (1896-1961) oferece elementos que possibilitam compreender a atividade científica como uma instituição historicamente construída e socialmente constituída, que sofre influências do contexto no qual se desenvolve e que, ao mesmo tempo, influencia a maneira pela qual a sociedade se estrutura. Diante disso, nesta pesquisa tomamos como objeto de pesquisa um Programa de Pós-graduação em química de uma universidade pública brasileira, buscando compreender como ocorrem os processos de construção da química neste local de construção de conhecimento. Assim, a presente pesquisa tem como objetivo geral *caracterizar aspectos e processos envolvidos na construção dos Estilos de Pensamento de pesquisadores(as) e pesquisadores(as) em formação em um Programa de Pós-graduação em química de uma universidade pública brasileira*. Para tanto, realizamos entrevistas semiestruturadas com pesquisadores químicos desse programa, a saber, professores-pesquisadores-orientadores, doutorandos, e doutores egressos, procurando compreender a partir de quais problemas e objetivos estes pesquisadores constroem conhecimento químico. A metodologia de análise dos dados utilizada foi a Análise Textual Discursiva (ATD). Como resultado, identificamos dois Estilos de Pensamento Químico: Estilo de Pensamento Empírico-utilitário e Estilo de Pensamento Crítico-social, os quais apontam que os pesquisadores do Programa investigado apresentam motivações e pressupostos distintos para a realização de suas pesquisas, e que diversos fatores sociais influenciam e delimitam a maneira pela qual as pesquisas são desenvolvidas. Os resultados deste trabalho podem oferecer subsídios para compreensões mais elaboradas sobre a Natureza da Química (NdQ).

**Palavras-chave:** educação em química; natureza da química; Estilos de Pensamento.

## ABSTRACT

One of the objectives consensually established among researchers in the field of Science Education is that Science Education should enable students to understand science beyond its content/products. In other words, students should also be given the opportunity to understand something about science, that is, about the processes of constructing scientific knowledge. This can be achieved through the approach known as the Nature of Science (NOS), which assumes that History, Philosophy and Sociology of Science, among other metasciences, can offer important support for understanding how these processes occur. However, many researchers in the field argue that it is important to adopt a specific approach in the domains of scientific disciplines, so that the peculiarities of each science are better emphasized. In this sense, many researchers defend the importance of understanding the nature of chemistry (NOS). Among the various epistemological positions that support the understanding of the nature of chemistry, the analysis of scientific activity proposed by Ludwik Fleck (1896-1961) offers elements that allow us to understand scientific activity as a historically constructed and socially constituted institution, which is influenced by the context in which it develops and which, at the same time, influences the way in which society is structured. In view of this, in this research we took as our research object a Postgraduate Program in Chemistry at a Brazilian public university, seeking to understand how the processes of construction of chemistry occur in this place of knowledge construction. Thus, the present research has the general objective of characterizing aspects and processes involved in the construction of the Thinking Styles of researchers in training in a Postgraduate Program in Chemistry at a Brazilian public university. To this end, we conducted semi-structured interviews with chemical researchers from this program, namely, professors-researchers-advisors, doctoral students, and graduate doctors, seeking to understand from which problems and objectives these researchers construct chemical knowledge. The data analysis methodology used was Discursive Textual Analysis (DTA). As a result, we identified two Chemical Thinking Styles: Empirical-Utilitarian Thinking Style and Critical-Social Thinking Style, which indicate that researchers in the Program investigated have different motivations and assumptions for carrying out their research, and that several social factors influence and delimit the way in which research is developed. The results of this work can provide subsidies for more elaborate understandings about the Nature of Chemistry (NdQ).

**Keywords:** chemistry education; nature of chemistry; Thought Styles.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - DINÂMICA DOS PROCESSOS DE CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO QUÍMICO NO PROGRAMA INVESTIGADO.....	177
---	-----

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - RELAÇÕES ENTRE PROFESSORES-PESQUISADORES-ORIENTADORES, DOUTORANDOS E DOUTORES EGRESSOS .....	81
QUADRO 2 - PROCESSO DE UNITARIZAÇÃO DO CORPUS NA ATD .....	82
QUADRO 3 - CATEGORIAS EMERGENTES DOS BLOCOS 1 E 2 .....	84
QUADRO 4 - CATEGORIAS EMERGENTES DO BLOCO 1 PPO: PROBLEMAS DE PESQUISA EM QUÍMICA .....	85
QUADRO 5 - CATEGORIAS EMERGENTES DO BLOCO 1 D: PROBLEMAS DE PESQUISA EM QUÍMICA .....	119
QUADRO 6 - CATEGORIAS EMERGENTES DO BLOCO 1 E: PROBLEMAS DE PESQUISA EM QUÍMICA .....	135
QUADRO 7 - CATEGORIA EMERGENTE DO BLOCO 2 PPO: EPISTEMOLOGIA QUÍMICA.....	140
QUADRO 8 - CATEGORIA EMERGENTE DO BLOCO 2 D: EPISTEMOLOGIA QUÍMICA.....	149
QUADRO 9 - CATEGORIA EMERGENTE DO BLOCO 2 E: EPISTEMOLOGIA QUÍMICA.....	153
QUADRO 10 - ESTILOS DE PENSAMENTO E SUA RELAÇÃO COM AS CATEGORIAS EMERGENTES.....	159

## LISTA DE SIGLAS

ATD	Análise Textual Discursiva
D	Doutorando
E	Egresso
HFC	História e Filosofia da Ciência
HFSC	História, Filosofia e Sociologia da Ciência
NdC	Natureza da Ciência
NdQ	Natureza da Química
PPO	Professor-pesquisador-orientador

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO I: A QUÍMICA NO CONTEXTO DA FILOSOFIA DA CIÊNCIA .....</b>	<b>24</b>
1.1. A CIÊNCIA QUÍMICA DESDE UM PONTO DE VISTA EPISTEMOLÓGICO .....	30
1.2. A QUÍMICA ENQUANTO TECNOCIÊNCIA .....	37
<b>CAPÍTULO II: O OLHAR SOCIOLÓGICO DE LUDWIK FLECK PARA A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO.....</b>	<b>45</b>
2.1. UMA BREVE BIOGRAFIA.....	46
2.2. A TEORIA DA CIÊNCIA FLECKIANA .....	49
2.2.1 O papel dos acoplamentos ativos e passivos na gênese de um fato científico .....	55
2.2.2 Os aspectos sociais da construção do conhecimento científico .....	58
2.3 A EPISTEMOLOGIA DE FLECK COMO REFERENCIAL DE ANÁLISE.....	62
<b>CAPÍTULO III: PERCURSO METODOLÓGICO.....</b>	<b>66</b>
3.1 NATUREZA DA PESQUISA.....	66
3.2 CONSTITUIÇÃO DOS DADOS .....	68
3.2.1 Questões éticas .....	69
3.2.2 Caracterização dos sujeitos da pesquisa .....	70
3.2.3 Procedimentos para a realização das entrevistas semiestruturadas .....	74
3.3 ANÁLISE DOS DADOS: O OLHAR DA ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA (ATD) .....	78
3.3.1 Análise das entrevistas a partir da ATD.....	80
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....</b>	<b>84</b>
4.1. RESULTADOS BLOCO 1: PROBLEMAS DE PESQUISA EM QUÍMICA .....	85
4.1.1 Categorias Emergentes dos Professores-pesquisadores-orientadores referentes ao Bloco 1.....	85
4.1.1.1 Metatexto [Bloco 1 PPO] Categoria 1: Desenvolvimento de ciência e tecnologia orientadas pela concepção linear de progresso. ....	86
4.1.1.2 Metatexto [Bloco 1 PPO] Categoria 2: Desenvolvimento de ciência e tecnologia orientadas por questões sociais. ....	110
4.1.2 Categorias Emergentes dos Doutorandos referentes ao Bloco 1 .....	118
4.1.2.1 Metatexto [Bloco 1 D] Categoria 1: Desenvolvimento de ciência e tecnologia visando o setor produtivo.....	119
4.1.2.2 Metatexto [Bloco 1 D] Categoria 2: Desenvolvimento de ciência e tecnologia visando questões sociais .....	130
4.1.3 Categoria Emergente dos Doutores Egressos referente ao Bloco 1 .....	134

4.1.3.1 Metatexto [Bloco 1 E] Categoria 1: Desenvolvimento de ciência e tecnologia orientadas por questões de sustentabilidade e de saúde .....	135
4.2 RESULTADOS BLOCO 2: EPISTEMOLOGIA QUÍMICA .....	140
4.2.1 Categoria Emergente dos Professores-pesquisadores-orientadores referente ao Bloco 2 .....	140
4.2.1.1 Metatexto [Bloco 2 PPO] Categoria 1: Desenvolvimento de conhecimento químico visando a transformação da natureza para atender necessidades humanas. ....	141
4.2.2 Categoria Emergente dos Doutorandos referente ao Bloco 2 .....	149
4.2.2.1 Metatexto [Bloco 2 D] Categoria 1: Otimização de processos naturais via síntese química.....	150
4.2.3 Categoria Emergente dos Doutores Egressos referente ao Bloco 2 .....	153
4.2.3.1 Metatexto [Bloco 2 E] Categoria 1: Desenvolvimento de conhecimento químico segundo uma perspectiva tecnocientífica .....	153
<b>CAPÍTULO V: ESTILOS DE PENSAMENTO QUÍMICO E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A NATUREZA DA QUÍMICA. ....</b>	<b>159</b>
5.1 ESTILO DE PENSAMENTO EMPÍRICO-UTILITÁRIO .....	160
5.2 ESTILO DE PENSAMENTO CRÍTICO-SOCIAL.....	169
5.3 IMPLICAÇÕES PARA A ABORDAGEM NATUREZA DA QUÍMICA.....	175
<b>CAPÍTULO VI: CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>186</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>189</b>
<b>APÊNDICE 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE). ....</b>	<b>199</b>
<b>APÊNDICE 2 - ROTEIRO DA ENTREVISTA COM PROFESSORES-PESQUISADORES-ORIENTADORES .....</b>	<b>203</b>
<b>APÊNDICE 3 - ROTEIRO DA ENTREVISTA COM DOUTORANDOS .....</b>	<b>205</b>
<b>APÊNDICE 4 - ROTEIRO DA ENTREVISTA COM DOUTORES EGRESSOS.....</b>	<b>207</b>
<b>APÊNDICE 5 - UNIDADES DE CONTEXTO E DE SIGNIFICADO.....</b>	<b>209</b>
<b>APÊNDICE 6 – NORMAS UTILIZADAS PARA TRANSCRIÇÃO DAS ENTREVISTAS GRAVADAS .....</b>	<b>210</b>

## INTRODUÇÃO

Esta pesquisa emerge de uma inquietação pessoal, uma problemática que há anos vem se constituindo enquanto incômodo, mas que só ganha forma no encontro do autor com a epistemologia. Minha formação inicial foi em Engenharia Química, saber cujos atributos pragmáticos e de ‘utilidade pública’ fizeram com que eu compreendesse o mundo desde um ponto de vista técnico, útil, eficiente. Apesar de ter sido forjado neste modelo, um ‘súbito’ encontro com a epistemologia fez com que o meu ponto de vista pragmático sobre as questões do mundo fosse chacoalhado por uma visão que em tudo via ‘mistérios’; cujas questões sem respostas, eram frequentes; e que tinha a dúvida como o seu pilar fundamental. Estava eu, contaminado pela filosofia da ciência.

Foi pelos caminhos da Educação que pude aliar o meu lado pragmático com aquele ‘sem utilidade’, ‘pouco prático’, podendo, assim, dar voz aos questionamentos que desde sempre me acompanharam. Ao realizar o mestrado em Educação em Ciências, tive a oportunidade de conhecer um pouco mais sobre a abordagem História e Filosofia da Ciência (HFC), e sobre como esta poderia ser um caminho interessante e fecundo para o Ensino de Química. Em minha pesquisa, procurei compreender de que maneira a abordagem Natureza da Ciência (NdC), que utiliza elementos da HFC, estava sendo investigada no contexto do Educação em Química. Assim, com um trabalho intitulado *O estado do conhecimento das pesquisas sobre História e Filosofia da Ciência em periódicos da área de Ensino de Ciências: um olhar para a Educação em Química* (Barbosa, 2016), procurei compreender o que se pesquisava na área de Educação em Química em relação à abordagem NdC.

Além dos resultados propriamente acadêmicos, a referida pesquisa teve como principal consequência a transformação na minha visão sobre o que era o conhecimento científico e sobre como ocorriam os seus processos de construção. E, já atuando como professor de química, após ter concluído a licenciatura e terminado o mestrado, sentia que esta abordagem deveria estar presente em todas as salas de aula de Ciências da Natureza, já que, a meu ver, junto de tantas outras, como Ciência-Tecnologia-Sociedade e Ensino por Investigação, elas traziam sentido para todos aqueles saberes.



No entanto, alguns pontos sempre me incomodaram em relação à NdC: os processos de construção de conhecimento para todas as ciências eram os mesmos? Seria possível admitir que a física, a química e a biologia apresentavam uma mesma natureza epistemológica? Quais questões sociais influenciavam e eram influenciadas por cada uma dessas ciências? Foi então que tive um feliz encontro com a Filosofia da Química, e algumas dessas questões passaram a tomar forma. Ao me deparar com autores que refletiam de maneira mais específica sobre a ciência química, pude encontrar algumas respostas para as minhas questões e, talvez, um possível projeto de pesquisa para o doutorado. É deste encontro que emerge esta tese.

Pensamos que, um dos principais objetivos de se ensinar ciências é proporcionar aos estudantes a possibilidade de tomada de decisão sobre questões que envolvam o conhecimento científico e tecnológico, primeiramente na vida pessoal, mas também na esfera pública. Isso envolve, naturalmente, conhecer não apenas os produtos da ciência – suas teorias, modelos, equações e diagramas –, mas também como o conhecimento científico é construído. Afinal, se vivemos em uma sociedade na qual as ciências e as tecnologias se apresentam hegemônicas nas tomadas de decisões públicas – as quais envolvem questões sobre saúde, alimentação, meio ambiente, economia, transporte, dentre outras –, o cidadão deve compreender o porquê de o conhecimento científico ser privilegiado em detrimento de outras formas de se conhecer.

Compreendemos que outras formas de saber também apresentam relevância quando levamos em consideração as explicações sobre os fenômenos naturais, pois apresentam relações de causalidade, sistematização e formas de comunicar esses saberes (El-Hani; Polisel; Ludwig, 2022). No entanto, quando o assunto se refere à esfera pública, tanto em âmbito nacional quanto internacional, o conhecimento científico é tomado como aquele que oferece as soluções mais confiáveis e eficientes para o bem-estar de toda a população. Nesse sentido, parece importante que os estudantes de ciências da natureza compreendam sobre como esse tipo de conhecimento é construído, quais suas características, suas pretensões e, principalmente, quais os motivos que nos levam, enquanto sociedade, a confiar nas ciências.

Assim, a abordagem NdC tem como objetivo educacional dar condições para que os estudantes possam avaliar a presença, ou ausência, da ciência e de seus produtos na vida cotidiana e no discurso público. Dito de outro modo, esta abordagem tem como finalidade proporcionar aos estudantes a capacidade de realizar uma análise crítica e reflexiva sobre a prática científica e sua influência em nossa sociedade.

No entanto, o que algumas pesquisas parecem indicar, é que algumas perspectivas de abordagem da NdC apresentam uma imagem universalista da ciência, deixando de lado aspectos importantes do complexo processo de geração de conhecimento peculiar às disciplinas, em diferentes contextos. A favor de um olhar para a diversidade das ciências, Hodson destaca que

[...] existem diferenças significativas entre as subdisciplinas da ciência em termos do tipo de perguntas de pesquisa feitas, os métodos e tecnologias empregados para respondê-las, o tipo de evidência buscada, a extensão em que eles usam a experimentação, as maneiras pelas quais os dados são constituídos, os padrões pelos quais as investigações e conclusões são julgadas e os tipos de argumentos empregados. As especificidades da racionalidade científica mudam entre as subdisciplinas, com cada subdisciplina jogando o jogo da ciência de acordo com suas próprias regras (Hodson, 2014, p. 924, tradução nossa).

Trabalhos recentes em história, filosofia e estudos cognitivos da ciência sugerem que pode haver muitos tipos de ciência. Embora certas características genéricas da ciência, como a atenção à precisão empírica, possam permear as disciplinas, diferentes áreas da ciência desenvolvem suas próprias normas e heurísticas epistêmicas. Os procedimentos de investigação em uma determinada disciplina da ciência estão profundamente enraizados nos propósitos específicos da investigação. Recentemente alguns pesquisadores estão começando a enfatizar a importância de uma abordagem específica sobre o empreendimento científico mais contextualizada em relação às disciplinas (Erduran, 2001; Hodson; Wong, 2017).

Nesse domínio de discussões, muitos pesquisadores da área argumentam sobre a importância de que uma abordagem específica nos domínios das disciplinas científicas seja realizada, para que as peculiaridades de cada ciência sejam mais bem enfatizadas (Bensaude-Vincent, 2009b;

Schummer, 1998b; 2010). E, nesse sentido, muitos pesquisadores defendem a importância da compreensão da *natureza da química* (NdQ).

A natureza da química, segundo Vesterinen, Aksela e Sundberg (2009), está contextualizada na área da NdC, e inclui as perspectivas filosóficas, históricas e sociológicas da prática química e a reflexão sobre os papéis que a química e o ensino de química desempenham na sociedade. Essa perspectiva tem como premissa o fato de que a Educação em Química, em alguma medida, deve ser fundamentada pelos debates sobre a epistemologia<sup>1</sup> química. Isso porque, como argumentaremos ao longo deste trabalho, a química apresenta peculiaridades em relação aos seus objetivos, métodos, valores e produtos, que a distingue, pelo menos parcialmente, das outras ciências.

A abordagem NdQ tem sido promovida principalmente sob a perspectiva da Filosofia da Química, uma disciplina que busca refletir e destacar as peculiaridades da natureza do conhecimento químico (Erduran; Scerri, 2002). A Filosofia da Química é uma disciplina recente. A primeira Conferência Internacional sobre Filosofia da Química foi realizada em 1994. A Sociedade Internacional para a Filosofia da Química foi oficialmente fundada em 1997<sup>2</sup>. A primeira edição da revista *Hyle*, inteiramente dedicada à Filosofia da Química, foi publicada em 1995. Uma outra revista importante, a *Foundations of Chemistry*, foi fundada em 1999, tendo como editor Eric Scerri, um dos primeiros filósofos a refletir especificamente sobre a química. Além disso, existem vários livros importantes dedicados exclusivamente à tópicos da Filosofia da Química, abordando uma miríade de temáticas, que vão desde questões sobre a redução da química à física e a linguagem química, até pontos relacionados à metodologia e modelos em química, dentre outros temas (Baird; Scerri; McIntyre, 2006; Llored, 2013; Scerri; McIntyre, 2015). No Cone Sul, temos as *Jornadas de Historia, Filosofía Y Didáctica De La Química Del Cono Sur*, que teve sua primeira edição em 2019, com discussões importantes relacionadas a Educação

---

<sup>1</sup> Epistemologia ou teoria do conhecimento compreende o estudo reflexivo e crítico da origem, natureza, limites e validade do conhecimento humano. Neste trabalho, compreendemos epistemologia como o conjunto de reflexões advindas das metaciências – História, Filosofia e Sociologia da ciências – que se propõem a realizar estas reflexões.

<sup>2</sup> A página oficial da Sociedade Internacional para a Filosofia da Química pode ser acessada neste endereço: <https://sites.google.com/site/socphilchem/home?authuser=0>.

em Química, orientadas pela História, Filosofia e Sociologia da Química. Além disso, pesquisas recentes reforçam a importância da Filosofia da Química para a Educação em Química (Erduran; Adúriz-Bravo; Naaman, 2007; Diaz; Ariza; Adúriz-Bravo, 2016; 2017; Freire; Amaral, 2021).

Assim, consideramos que esse olhar sobre a química pode ajudar na reflexão sobre quais relações a química estabelece com a sociedade, qual a importância do conhecimento químico para uma compreensão crítica do mundo científico e tecnológico no qual vivemos, bem como para uma possível valorização do conhecimento químico enquanto cultura. Ou seja, como um corpo de conhecimentos produzidos por pessoas que procuram dar sentido às transformações materiais observadas tanto em meio à natureza, quanto aquelas que só podem ser produzidas em laboratórios e indústrias.

Nesse sentido, pensamos ser importante que os estudantes compreendam não apenas sobre substâncias, conceitos e modelos químicos<sup>3</sup>, mas também algo sobre perspectivas históricas, filosóficas e sociológicas que envolvem a construção do conhecimento químico, pois essas metaciências possibilitam a reflexão sobre a importância da química e sua relação com os aspectos humanos e sociais dessa ciência.

É neste sentido que, buscando compreender quais são as motivações e objetivos dos químicos ao construir ciência, suas questões específicas, relações com outras disciplinas e, também, as interações que essa ciência estabelece com o meio social no qual se circunscreve, é que procuramos, com este trabalho, caracterizar a química a partir da noção de *Estilo de Pensamento*.

Esta noção foi elaborada pelo médico polonês Ludwik Fleck (1896 – 1961) e, de maneira geral, caracteriza o modo de pensar e de agir de uma comunidade, o conhecimento de um *Coletivo de Pensamento*, e traduz socialmente a importância do local onde o conhecimento é produzido. Isso, porque, como nos mostra Fleck, todo cientista é membro de um grupo e está localizado em um determinado contexto e, sendo assim, produz conhecimento de forma explícita

---

<sup>3</sup> Uma parte considerável das pesquisas que procuram associar as pesquisas em Educação em Química com a Filosofia da Química trata justamente da utilização de modelos no ensino de química. Um exemplo, é o trabalho de Erduran (2001), no qual a autora destaca as implicações da reflexão filosófica sobre a utilização de modelos em química para a Educação em química.

e implícita como membro desse ambiente. Como nos lembra Fleck (2010), o cientista nunca está isolado, já que está imerso em um *Estilo de Pensamento* por pertencer a um *Coletivo de Pensamento*. Consideramos que esta noção pode ser utilizada em proveito do trabalho que nos propomos a realizar, dando condições para compreendermos como ocorrem os processos de construção de conhecimento químico, em uma abordagem de NdQ.

Desse modo, buscando compreender como se dão os processos de construção do conhecimento químico, neste trabalho optamos por investigar um Programa de Pós-Graduação em Química de uma universidade pública brasileira. Escolhemos este objeto de investigação por compreendermos que esse era um local onde havia construção de conhecimento químico, e que, ao analisarmos alguns dos processos que aconteciam neste local, seria possível elaborarmos compreensões sobre Estilos de Pensamento Químico.

É nesse sentido que, com este trabalho, procuramos compreender o conhecimento químico e seus processos de construção a partir de um Programa de Pós-Graduação em química de uma universidade pública brasileira, por meio da análise de entrevistas semiestruturadas realizadas com pesquisadores químicos desse programa, a saber, professores-pesquisadores-orientadores, doutorandos, e doutores egressos. Para tanto, adotamos uma perspectiva fenomenológica para nosso objeto de pesquisa, e nos concentramos em uma investigação sobre a percepção que os pesquisadores que atuavam neste Programa tinham de sua própria atividade. Pensamos que, desse modo, tivemos condições de enriquecer a nossa própria visão sobre as atividades dos cientistas.

O referencial teórico adotado foi aquele proporcionado pelas discussões sobre a epistemologia química, em especial, a Filosofia da Química. Nessa área de conhecimento, relativamente recente, procuramos subsídios que nos deram condições de compreender a quais questões a química responde; quais as suas formas de produção de conhecimento; e em quais contextos específicos a química pode atuar.

Assim, tomando por base as considerações apresentadas, buscamos com este trabalho responder ao seguinte **problema de pesquisa**: *Como se constroem os Estilos de Pensamento de pesquisadores(as) e de*

*pesquisadores(as) em formação em um Programa de Pós-graduação em química de uma universidade pública brasileira?*

Diante do problema enunciado, a presente pesquisa teve como **objetivo geral** *caracterizar aspectos e processos envolvidos na construção dos Estilos de Pensamento de pesquisadores(as) e pesquisadores(as) em formação em um Programa de Pós-graduação em química de uma universidade pública brasileira.* Para alcançar esse objetivo, tivemos como **objetivos específicos**:

- Identificar os elementos que caracterizam os Estilos de Pensamento Químico;
- Avaliar a influência do processo de formação doutoral na construção do Estilo de Pensamento;
- Analisar as implicações dos Estilos de Pensamento Químico para a abordagem Natureza da Química.

Para tanto, no Capítulo 1 apresentamos considerações gerais sobre as peculiaridades do conhecimento químico, em especial, aquelas oriundas da História, Filosofia e Sociologia da Química, às quais nos mostraram caminhos para a compreensão sobre os Estilos de Pensamento Químico. Assim, neste primeiro capítulo, buscamos delinear um panorama das reflexões realizadas por epistemólogos da química, em especial, aquelas advindas da Filosofia da Química, que nos mostraram as peculiaridades dessa ciência.

No Capítulo 2, apresentamos a epistemologia Fleckiana, utilizada como ferramenta conceitual que nos ajudou a orientar esta pesquisa. Compreendendo que a ciência é essencialmente uma atividade coletiva, valemo-nos das noções de *Estilo de Pensamento* e de *Coletivo de Pensamento*, dentre outras, para delinear nosso objeto de investigação. A epistemologia de Fleck (2010) nos ofereceu um quadro analítico para a compreensão da dinâmica dos processos de construção de conhecimento dos Coletivos de Pensamento dos químicos no Programa investigado.

O Capítulo 3 foi dedicado à apresentação dos caminhos metodológicos desta pesquisa. Tendo em vista a escolha de uma abordagem fenomenológica para o objeto investigado, a metodologia de análise de dados escolhida foi a

Análise Textual Discursiva (ATD), que nos possibilitou construir compreensão sobre os fenômenos que envolvem o fazer química. Levando em consideração que nosso objeto de pesquisa foram os Coletivos de Pensamento dos químicos de um Programa de Pós-graduação em química, nossos dados foram constituídos a partir de entrevistas semiestruturadas realizadas com os pesquisadores desse Programa. Por meio da análise dos dados a partir da ATD, construímos Categorias Emergentes, que nos ofereceram indícios sobre os Estilos de Pensamento Químico no Programa investigado.

Já no Capítulo 4, apresentamos as Categorias Emergentes identificadas a partir das entrevistas realizadas com os pesquisadores, bem como os seus respectivos Metatextos. No Capítulo 5, são apresentadas os Estilos de Pensamento Químico identificados no Programa investigado. Tomando como base esses Estilos, tecemos algumas considerações sobre as implicações destes Estilos de Pensamento Químico para a Educação em Química, em especial, para a NdQ.

Por fim, nas conclusões, apresentamos perspectivas futuras e possibilidades de ampliações dos resultados encontrados nesta tese, destacando limitações e desafios vivenciados ao longo deste percurso.

## CAPÍTULO I: A QUÍMICA NO CONTEXTO DA FILOSOFIA DA CIÊNCIA

O interesse recente pela química por parte dos filósofos se deve ao fato de que durante muito tempo, a filosofia da ciência se concentrou no que foi visto como o paradigma da ciência, a saber, a física teórica. Segundo Van Brakel (2014), antes de 1960, o interesse dos filósofos da ciência era quase exclusivamente pela ciência teórica. E sendo assim, tanto a física quanto a química foram agrupadas como ciências naturais exatas, e o foco dos estudos residia na análise de sua estrutura lógica. Isso significava que o interesse estava nas leis, no sentido das equações matemáticas, e as relações entre quantidades e teorias, que seriam axiomáticas, pelo menos em princípio. A filosofia da ciência dominante simplesmente considerava a química como parte da física, e com o advento da interpretação da ligação química a partir da mecânica quântica, a química poderia ser reduzida à física.

As causas que impediram o desenvolvimento da filosofia da química são muito variadas. Entre elas, a mecânica quântica teve um papel decisivo na relação entre química e física: o impactante êxito dessa teoria levou a físicos e a filósofos das ciências a aceitar que a química poderia ser completamente reduzida à física. Ou seja, sobre a base de um enfoque reducionista do mundo químico ao mundo físico, por um lado, e do realismo metafísico, por outro, a química é considerada somente um capítulo da física e os químicos são percebidos como cientistas que fazem “física aplicada” (Labarca; Bejarano; Eichler, 2013, p. 1257).

Assim, de maneira geral, a filosofia das ciências do século XX, especialmente aquela de tradição anglo-saxã, praticamente ignorou os problemas filosóficos da química (Labarca; Bejarano; Eichler, 2013). Desde o positivismo lógico até Popper, Kuhn, Lakatos e Feyerabend, a física foi considerada como a ciência modelo para a filosofia das ciências. Muitas vezes, quando a história da química era abordada por alguns desses autores, ela era utilizada para corroborar algum modelo de evolução de ciência, sendo enquadrada em algum modelo teórico que tinha como pressuposto uma epistemologia advinda da física.



Um exemplo desse modo de ver o empreendimento científico foi aquele apresentado pelos membros do Círculo de Viena<sup>4</sup>, no qual a definição da ciência foi caracterizada por uma preocupação com construções lógicas a partir de conceitos básicos, definidos por uma estrutura axiomática e por conexões dedutivas rigorosas entre certas categorias conceituais (Thalos, 2013). Essa orientação os levou a privilegiar o conhecimento das ‘coisas mais fundamentais’, e a preferir a física como um local privilegiado de ‘primeiros princípios’. E isso, conseqüentemente, levou à hierarquização das estruturas conceituais para as ciências.

Ribeiro, Pereira e Barreto (2011) também são enfáticos ao afirmarem que a epistemologia positivista, ao centrar-se na análise lógica e na predominância do conhecimento *a priori* e axiomático, deu pouca relevância à investigação da prática científica. Segundo os autores, muito foco foi dado à explicação e a justificação das teorias científicas, sem que a intervenção e o modo pelo qual os cientistas de fato agem, fosse suficientemente valorizada. Essa forma de análise da ciência levou à construção de uma imagem de ciência idealizada, e que tinha pouco a ver com a ciência realizada, pois foram deixadas de lado as práticas científicas, as imagens, os instrumentos, o laboratório, os valores e o contexto da descoberta.

Nesse contexto, o conhecimento produzido pela física representaria a essência da realidade, restando à química o papel de disciplina meramente descritiva, na medida em que apenas descreveria a realidade tal como se apresenta. Segundo Silva *et al.* (2018), isso levou a um negligenciamento da química, pois a sua proximidade com a tecnologia tornava difícil uma separação entre ciência acadêmica e industrial – e isso explicaria a escassa tendência da química em construir teorias e modelos universais, tão valorizados pela filosofia da ciência.

Assim, quando analisamos os problemas que usualmente são apresentados pela filosofia da ciência, percebemos que esses estão muito longe do tipo de questões que um químico na bancada de seu laboratório tem que

---

<sup>4</sup> O Círculo de Viena surgiu nas duas primeiras décadas do século XX, sendo responsável pela criação de uma corrente de pensamento intitulada positivismo lógico.

enfrentar diariamente. Como bem salienta a filósofa da química Bernadette Bensaude-Vincent (2014), esses livros parecem apresentar uma imagem caricatural da ciência, uma ‘filosofia de poltrona’, e que têm poucas chances de interessar àqueles que praticam a ciência: “Eles [os livros] aumentam a distância entre as práticas reais de pesquisa científica e o discurso filosófico sobre a ciência, que muitos químicos já deploraram” (Bensaude-Vincent, 2014, p. 59-60, tradução nossa).

No entanto, a guinada epistemológica proposta dos historiadores, filósofos e sociólogos da ciência, especialmente a partir dos anos 1980 (a chamada *practical turn*), tornou o estudo das práticas, dos instrumentos e dos locais de produção de conhecimento – e não apenas dos conceitos e teorias – o principal foco de investigação sobre como se dão os processos de produção do conhecimento (Bensaude-Vincent, 2009b; Vesterinen, 2016).

Esses pesquisadores se propuseram a analisar a ciência levando em consideração aspectos intrínsecos ao fazer científico, utilizando para isso ferramentas conceituais oriundas da Sociologia, História e Antropologia, dentre outras áreas do conhecimento, abrindo caminho para olhar a ciência ‘na prática’. Houve um aumento de interesse no estudo de casos históricos, visando fornecer argumentos a favor e contra a racionalidade do progresso ou desenvolvimento científico, e também nos estudos sociológicos e antropológicos da ciência. O interesse pelo lado experimental das ciências naturais também aumentou, bem como uma reação contra o viés da filosofia da ciência em relação à teoria. Esse desenvolvimento também favoreceu o surgimento de mais referências aos químicos.

Esse movimento possibilitou vislumbrar aspectos antes negligenciados sobre a prática dos químicos, como a sua relação com os instrumentos científicos, com a indústria e suas aplicações, e com o contexto político, econômico e social no qual se dá a constituição do conhecimento químico. Assim, como salientado por Klein (2001), a química começou a se estabelecer como um território de investigação filosófica autônomo a partir de problemas legítimos e que não poderiam ser respondidos pela física, tais como aqueles ligados ao conceito de estrutura molecular, orbital molecular, ligação química e

aos fundamentos da tabela periódica, questões que vêm ganhando cada vez maior relevância no interior da Filosofia da Química.

Nesse sentido, ao adotarmos a perspectiva de que as diferentes ciências lidam com distintos aspectos da realidade, podemos reconhecer que o problema da redução não dá conta das especificidades da química, pois, se existem inúmeras maneiras de classificar os objetos científicos, não há motivo para esperar uma convergência de todos esses projetos de investigação em um grande sistema teórico, como aquele supostamente oferecido pela física teórica (Reinhardt, 2001). Partindo dessa perspectiva, podemos conceber o fato de que físicos, químicos e biólogos tratam seu objeto de estudo em diferentes níveis de complexidade, cada um ao seu modo.

Assim, não apenas o contexto da justificativa – no qual se procura descrever por meio de quais critérios as explicações ganham sentido – se apresenta como sendo importante para a compreensão da prática dos químicos, mas também o contexto de descoberta, pois se reconhece que os químicos também trabalham com criações que dependem do contexto, principalmente nas sínteses químicas (Hoffmann, 2007). Nesse sentido, eles apresentam uma atitude valorativa em relação à aplicação daquilo que criam. Tal dimensão ética exige que as práticas químicas não possam estar dissociadas do contexto no qual se encontram (Kovac, 2018; Rozentalski, 2018), já que a seleção de diferentes formas de investigação é fortemente influenciada pela motivação e pelos objetivos daqueles que fazem ciência.

Assim, o ato de filosofar com químicos pode ajudar na formulação de novas questões para a filosofia da ciência, não apenas trazendo novas perspectivas sobre questões filosóficas tradicionais, mas também questões sobre a materialidade do mundo, que determinam uma série de problemáticas interessantes e que ampliam o repertório de tópicos no contexto da filosofia da ciência. É dessa forma que, segundo Thalos,

a química se concentra em certos aspectos da matéria - ela se preocupa com a matéria em uma escala específica, a saber, a escala na qual as reações e transformações aparecem como eventos significativos. Qualquer teoria que ofusque a nitidez desses eventos é recebida pela química com ressalvas e precauções; pois não pode ser

adotado incondicionalmente dentro do contexto químico (Thalos, 2013, p. 1717, tradução nossa)

No entanto, em consonância com o que afirma Bensaude-Vincent (2014), não pretendemos defender uma Filosofia da Química *stricto sensu*, mas sim, buscar nas questões levantadas pelos filósofos da química problemáticas que nos auxiliem a compreender de maneira mais abrangente o constructo ciência. Assim,

Sem negar que os cientistas formados como químicos adquirem uma maneira específica de pensar sobre a natureza, uma mentalidade especial, não devemos necessariamente considerá-los como características disciplinares. Pode ser mais sábio atribuir sua epistemologia específica às suas práticas de pesquisa do que à sua afiliação disciplinar. Embora as práticas de laboratório tenham moldado o estilo dos químicos, seria irrelevante alegar que todas as práticas experimentais têm uma dívida com a química ou que os químicos têm direitos de 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-Vincent, 2014, p. 62, tradução nossa)

Nesse sentido, levando-se em consideração o conhecimento químico, compreendemos que este se refere a uma forma peculiar de se conhecer a natureza e de se fazer ciência. Consideramos, assim, a química enquanto uma ciência que sempre esteve associada a processos produtivos e capilarizada em diversos setores da sociedade ao longo da história, o que dá a ela um caráter distinto em relação às outras ciências.

Um exemplo disso é a síntese química. Como bem ressaltado por Labarca, Bejarano e Eichler (2013), surpreende o fato de que uma ciência que produziu ao longo de sua história milhões de substâncias de diversas classes, com uma vasta influência na vida cotidiana, que são formadas a partir de pouco mais de cem átomos, tenha sido ignorada pelos filósofos da ciência. Esse é um ponto central do fazer químico que não é contemplado pela filosofia da ciência tradicional.

Segundo Schummer (2010), algumas propriedades químicas são reveladas por meio da síntese, ou seja, por reações químicas que transformam uma substância em outra sob condições controladas de laboratório. A síntese não faz parte da metodologia da física, pelo menos como os principais filósofos da física a concebem, de modo que o modelo de ciência concebido a partir da

física deixa de lado uma parte central dos conceitos, teorias e métodos químicos. Além disso, questões a respeito da ética profissional dos químicos (Kovac, 2018), também merecem atenção, já que a síntese de moléculas traz em seu bojo um conjunto de questões morais que dizem respeito às possíveis interações dessas moléculas com o meio no qual se encontram.

Como visto, os temas abordados pela Filosofia da Química são diversos, e não pretendemos esgotá-los nessa breve apresentação. Apenas gostaríamos de chamar a atenção para alguns tópicos contemplados pela Filosofia da Química e que interessam aos Educadores em química.

Pesquisas recentes no Brasil têm investigado o potencial da Filosofia da Química enquanto referencial teórico importante para a Educação em Química. Oliveira e Gomes (2021), por exemplo, mostram como a questão filosófica do reducionismo pode ser abordada no Ensino de Química. Em um outro trabalho, tomando como base a proposta de uma abordagem da NdQ por meio da Teoria dos Perfis Conceituais, Freire e Amaral (2021) propuseram um perfil conceitual de química e o aplicaram para a análise de processos de produção de significados sobre a NdQ no contexto educacional. Hirayama e Porto (2021) investigaram quais elementos de história e filosofia da química eram considerados relevantes por docentes para discussão em sala de aula, e em que medida tais elementos se relacionavam com aspectos atuais da interface entre filosofia da química e ensino de química. Lemes (2013) investigou concepções de dez estudantes de doutorado em química, buscando compreender como a química se caracteriza para esse grupo de pesquisadores, a fim de obter subsídios a respeito de como essa ciência pode ser mais bem ensinada e aprendida. Além disso, questões éticas e estéticas, imagem pública, entre outros temas também têm sido objeto de estudo de Educadores em Química (Labarca; Bejarano; Eichler, 2013).

Na próxima seção, apresentaremos algumas das discussões recentes realizadas por epistemólogos que se interessam pela química. Buscaremos delinear alguns aspectos do conhecimento químico que nos interessam, no sentido de buscar propor um referencial teórico adequado para compreensões sobre a natureza da química.

## 1.1. A CIÊNCIA QUÍMICA DESDE UM PONTO DE VISTA EPISTEMOLÓGICO

Uma das características marcantes da ciência química é que seu desenvolvimento não consiste apenas em novas explicações, teorias e refinamentos das suas metodologias, mas também na fabricação de novos materiais. E, nesse sentido, na discussão geral sobre a epistemologia química, Van Brakel (2014) sugere que a química apresenta um posicionamento mais próximo do realismo<sup>5</sup> do que outras ciências, porque ela está produzindo novas substâncias que, muitas vezes, se inserem nas dinâmicas materiais que acontecem ao nosso redor.

Desse modo, segundo Schummer (2010), um caráter distintivo da química é que ela desenvolve uma compreensão do mundo mudando o mundo, e não apenas descrevendo o mundo como ele é. Como essas mudanças criam novos objetos químicos, esse processo faz com que a complexidade do mundo material aumente, tornando, assim, sua descrição completa cada vez mais difícil.

Essas e outras questões tornam importante uma reflexão acerca do estatuto epistemológico do conhecimento químico. Como os químicos constroem conhecimento? Quais são os objetivos, valores e métodos utilizados pelos químicos quando fazem química? Quais aspectos do mundo são investigados pelos químicos que os distinguem de pesquisadores de outras áreas do conhecimento? Quais tipos de problemas eles buscam investigar? Compreendemos que essas questões são importantes para a Educação em Química, se o que pretendemos, enquanto professores de química, é que os alunos desenvolvam reflexões sobre a química, além dos conceitos químicos, que fazem com que essas questões se tornem relevantes. E, nesse sentido, algumas das questões advindas das metaciências podem auxiliar a apresentar caminhos que nos ajudem nessa compreensão.

Labarca, Bejarano e Eichler (2013) se questionam sobre o objeto de estudo da química. Seria a ciência das substâncias, da matéria, dos átomos, das moléculas? Segundo os autores, esse seria um problema de fundamentação da

---

<sup>5</sup> Posição epistemológica segundo a qual há coisas reais, independentes da consciência.

disciplina, e por isso mesmo, uma questão científico-filosófica. Assim, uma suposição segundo a qual a química pode prescindir da filosofia se mostra infundada, já que toda investigação científica inclui conceitos filosóficos, como aqueles de lei, verdade, hipótese, tempo, energia, entre outros.

Os cientistas aceitam implicitamente pressupostos filosóficos, na maioria dos casos, sem sabê-lo. Desse modo, então, não apenas a química e a filosofia são miscíveis, como um trabalho conjunto de químicos, historiadores e filósofos da química já produziu importantes resultados para compreender em profundidade a natureza da disciplina e, dessa forma, introduzir enfoques mais amplos tanto no ensino como na pesquisa (Labarca; Bejarano; Eichler, 2013, p. 1256).

Desse modo, compreender a química a partir de uma perspectiva epistemológica pode auxiliar na definição do que trata a disciplina. A química, que tem como um de seus objetivos entender como a estrutura das moléculas determina as propriedades das substâncias naturais e dos sistemas de materiais compostos, posiciona-se entre a física, para a qual o átomo é um alvo de interesse fundamental, e a biologia, que considera a célula como objeto básico de investigação.

Em seu sentido mais fundamental, segundo definição de Tontini (2004), a química é a ciência das substâncias, ou seja, aquele território da ciência moderna que lida com as transformações das substâncias materiais, seja induzida artificialmente ou ocorrendo espontaneamente. Assim, refletindo sobre a prática dos químicos, Plesch saliente que

Diante de um novo material, o químico quer saber se é um composto único ou uma mistura; se uma mistura, de quantos constituintes e quais são. É explosivo, ele pode perguntar, ou prontamente oxidado? Em que é solúvel e quais são suas reações? As questões do físico são bem diferentes, porque o químico está preocupado principalmente com a transformação de um tipo de matéria em outro, enquanto o físico está essencialmente preocupado com as propriedades de cada tipo de material como ele é. [...] Principalmente, a prática da química envolve a realização de mudanças químicas sob condições controladas e observando até que ponto o resultado pretendido é alcançado, ou seja, o rendimento de uma reação e a natureza e extensão de mudanças imprevistas ou indesejadas, como por exemplo, a formação de subprodutos (Plesch, 1999, p. 9, tradução nossa).

São as transformações materiais que importam ao químico. O núcleo da teoria química são as dinâmicas e as estruturas da matéria em um nível molecular, sendo, por isso, uma ciência criativa, devido às possibilidades de sintetizar novos compostos e estruturas. É essa capacidade da química de



mudar o mundo material que faz com que a química seja considerada uma ciência útil, central para diversas áreas do conhecimento, que vão desde a medicina, farmácia e biotecnologia, até a ciência dos materiais e as engenharias (Sjöström, 2007). Essa centralidade traz consequências significativas para as sociedades nas quais essa ciência se insere, tanto positivas quanto negativas. Considerando a utilidade da química para a sociedade, os químicos ampliam o mundo natural o tempo todo.

Para Tontini (2004), o conhecimento químico diz respeito a uma tentativa de representar cientificamente a organização e as ações da matéria no nível molecular. Como ciência autônoma, a química tem sua própria linguagem icônica, leis, teorias, relações com a natureza e com a sociedade (Lazlo, 2014). Nesse sentido, diagramas, fórmulas estruturais e moleculares, modelos e imagens mentais fazem parte do universo dos químicos e são alguns de seus instrumentos de trabalho. As leis químicas são peculiares, e não têm o sentido de universalidade: funcionam mais no sentido de regras para a ação do que como leis gerais para explicação. Todos esses pontos, dentre outros, tornam a química uma forma peculiar de se conhecer e de interagir com a natureza.

Desse modo, devido à multiplicação de novas substâncias químicas, conceitos como grupo funcional, fórmula estrutural e mecanismo de reação são continuamente aprimorados, e assim, novos experimentos químicos podem ser realizados. Isso faz com que a ideia de conhecimento completo e perfeito, a partir do qual uma noção de conhecimento universal possa ser obtida, seja algo sem sentido em química, já que, se uma nova substância for obtida por meio das transformações da matéria, ela poderá ser submetida a investigações adicionais, o que por sua vez pode resultar em muitas substâncias até então desconhecidas a serem estudadas, e assim por diante.

É desse modo que o filósofo da química alemão Joachim Schummer tem buscado captar a essência da química como “uma rede de relações entre substâncias e processos descritas por propriedades materiais dependentes do contexto e do limite instrumental e técnico” (Schummer, 1998, p, 146, tradução nossa). Assim, uma característica fundamental da química reside no seu interesse pelas substâncias e por suas transformações, provocadas por



diferentes relações reativas. O autor ressalta ainda que tanto a composição quanto a reatividade das substâncias químicas resultam, não de uma essencialidade substancial, mas de um jogo de relações elas próprias.

Dessa maneira, são as *relações de transformações* entre corpos químicos que permitem que os químicos definam entidades e propriedades químicas, enquanto as operações realizadas sobre estes corpos é que permitem aos químicos ampliar e aprofundar suas classificações das substâncias (Llored, 2016)<sup>6</sup>.

É dentro dessa perspectiva, de propriedades relacionais, que Rom Harré (2015) define uma substância química em termos de *disponibilidade*, que é aquilo que uma substância mostra ao ser acionada por uma manipulação específica em um ambiente específico. Uma disponibilidade pode ser amplamente definida como “uma disposição ou capacidade atribuída a um determinado material para produzir um efeito observável quando acionado de uma certa maneira” (Harré, 2015, p. 112). De acordo com essa definição, todo tipo de manipulação produz seu próprio tipo de possibilidades.

Como, a partir do estudo de novas substâncias, o conhecimento químico pode sempre ser ampliado, já que a propriedade de uma substância é definida pela forma como ela se comporta em conjunto com outras substâncias, esse procedimento resultou em um crescimento exponencial das substâncias. Diante disso, Schummer (2010) conclui que, como cada substância aumenta o escopo de conhecimento químico possível, esse nunca pode ser completo. Desse modo, um dos objetivos do conhecimento químico é a extensão e o aprimoramento da classificação de substâncias químicas. Assim, é plausível considerar a busca por características estruturais como um objetivo científico da química (Schummer, 1999).

Esse processo, faz com as capacidades sintéticas dos químicos seja ainda mais aprimorada. Ou seja, a maneira específica de fazer uma nova substância pode ser tomada como um método geral para fazer muitas outras

---

<sup>6</sup> O modo como os químicos realizam a classificação das substâncias é discutido a partir de uma perspectiva histórica por Lefèvre (2012). O caso emblemático das classificações das substâncias por Lavoisier e colaboradores é um ponto central do trabalho desse autor.

novas substâncias. “Em outras palavras, a principal razão para a preparação de novas substâncias é o aprimoramento das capacidades sintéticas. Isso quer dizer que a fabricação de novas substâncias é, na verdade, um fim em si mesma na química” (Schummer, 1999, p. 14, tradução nossa). Em outras palavras, novas substâncias servem para produzir outras novas substâncias.

Desse modo, o avanço do conhecimento químico não se aproxima de um conhecimento final sobre todas as substâncias a serem conhecidas. Pelo contrário: quanto mais substâncias são sintetizadas, aumenta-se a capacidade sintética dos químicos, o que resulta em um crescimento exponencial da síntese química.

A fabricação de novas substâncias não é de forma alguma marginal. Em termos quantitativos é de longe a principal atividade dos químicos. Uma pesquisa amostral de 400 artigos sobre “química geral” mostrou que cerca de 75% apresentam pelo menos uma nova substância. Em média, cada artigo resumido pela *Chemical Abstracts* hoje apresenta 2 novas substâncias. Temos até muitas evidências de que a fabricação de novas substâncias tem sido constantemente a principal atividade dos químicos durante os últimos 200 anos. O número de substâncias conhecidas tem crescido exponencialmente desde 1800, de algumas centenas para cerca de 19 milhões hoje. Como o número dobra constantemente a cada 13 anos durante todo o período, não é uma estimativa ruim dizer que teremos cerca de 80 milhões de substâncias em 2024 e cerca de 300 milhões em 2050. Se o próximo século apresentar a mesma taxa de crescimento dos dois séculos anteriores, devemos esperar lidar com quase 5 bilhões de substâncias em 2100 (Schummer, 1999, p. 2, tradução nossa).

Como consequência desse processo, Tontini (2004) aponta que, ao preparar e analisar tantas moléculas, cuja complexidade arquitetônica é crescente, a química mostrou que a matéria pode ser submetida a um grande número de transformações, em um processo que parece ter infinitas possibilidades. Ou seja, os químicos nos mostram que a matéria tem uma diversidade estrutural potencialmente infinita.

Cada nova síntese faz com que a estrutura desse composto passe a fazer parte de um sistema classificatório pré-existente. Com base nisso, Schummer (1998) propôs que é precisamente a extensão contínua da rede de relações de conversibilidade entre substâncias que forma o núcleo do conhecimento químico. Nesse modelo, qualquer substância, identificada por sua fórmula estrutural, representa um nó dentro da ‘rede química’, e as conexões entre esses

nós são codificadas por protocolos validados experimentalmente. É esse modelo de construção de conhecimento que possibilita o avanço do conhecimento químico.

No entanto, Schummer (1999) argumenta que novas substâncias não são necessariamente novas teorias. Com cada nova substância, o conhecimento químico é ampliado por uma certa quantidade de informação. E, nesse sentido, o autor argumenta que parece difícil imaginar como esse tipo de conhecimento poderia ser afetado por uma mudança de teorias, já que o conhecimento de como produzir a nova substância parece ser resistente a qualquer mudança de teoria. Como consequência, há um crescimento cumulativo do conhecimento químico ao lado da produção e caracterização de novas substâncias.

Esse é um ponto sobre o qual a filosofia da ciência tradicional não deu muita atenção no que diz respeito ao conhecimento químico. Ou seja, o foco principal da síntese de novas substâncias não é testar ou modificar algum de teoria ou lei, embora isso aconteça (Schummer, 1999). Mas, como vimos, o objetivo é a fabricação de novas substâncias. Desse modo, as concepções sobre ciência que versam sobre falsificação, verificação e comprovação de teorias não são tão significativas na química quanto em outras ciências.

Além disso, os químicos inovam ao adicionar novos usos a moléculas já existentes, o que amplia os significados de sua utilização. Como exemplo, Lazlo discorre sobre o etanol, que tem uma lista de usos longa e aberta.

Qual é o 'significado de uma molécula'? Consiste na sua utilização. Etanol,  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$ , primeiro. Há pelo menos uma dúzia de significados padrão para esse produto químico. Fornece um grupo etil  $\text{C}_2\text{H}_5$ . Por protonação prévia, oferece um grupo de saída  $\text{H}_2\text{O}$ . Por outro lado, é o aduto de etileno e água. Através da oxidação, é uma fonte de acetaldeído. É um combustível. É também um doador e receptor de ligações de hidrogênio. É um solvente prótico. Como tal, tem sido usado desde tempos imemoriais para extrair substâncias, como produtos naturais. É levemente tóxico, danificando neurônios e células do fígado. Pode ser produzido pela fermentação de frutas contendo sacarose. A razão isotópica  $\text{H}_3\text{C}/\text{H}_2\text{C}$  é uma assinatura do local de origem da planta, originalmente detectada pelo método SNIF-NMR. A lista de usos é longa e aberta (Lazlo, 2014, p. 99, tradução nossa).

A citação acima sugere que não há limites para os significados atribuídos a uma determinada substância, que depende, além dos próprios significados atribuídos pela química, dos seus usos em sociedade. Qualquer produto químico

torna-se, com o tempo, uma enciclopédia de conhecimento sobre ele. Dessa maneira, os modos de existência de um material dependem das propriedades atribuídas a ele a depender do seu contexto histórico, social e político, como é o caso, por exemplo, do dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) que, na escala nanométrica, ganha novos significados e utilizações (Mocellin; Zaterka, 2022).

Assim, em contraste com a física que busca uma teoria de tudo (por exemplo, o bóson de Higgs), a química está em constante expansão. A metáfora de um horizonte sempre distante pertence à cultura da química há pelo menos um século (Lazlo, 2014). Os químicos apresentam, portanto, uma variedade de conceitos e percepções em relação a muitos produtos químicos.

E, nesse sentido, a autonomia da química parece residir justamente nesse ponto. Se o químico produz conhecimento confiável sobre reações químicas usando o raciocínio prático, a comunidade química avalia a contribuição em seus próprios termos. Na síntese, o objetivo pode ser o de reproduzir uma substância natural, ou talvez uma espécie inteiramente nova. Todo projeto sintético possui restrições, como disponibilidade e custo de materiais, dificuldade e rendimentos das etapas intermediárias e segurança dos processos, que precisam ser levados em consideração. Nesse percurso, a comunidade dos químicos faz uso de seus próprios métodos de avaliação, não exigindo, por exemplo, que as conclusões sejam baseadas em uma solução para a equação de Schrödinger (Kovac, 2002).

Além dos interesses de pesquisa propriamente científicos, a química também possui um núcleo laboratorial que é tecnológico, o que pode ser reconhecido nos equipamentos utilizados diariamente pelos químicos para a realização das pesquisas. Novos equipamentos e dispositivos químicos permitem aos químicos ampliar suas capacidades de síntese, examinando e modificando o tamanho e a distribuição das partículas, a estrutura cristalina, a composição química, a área superficial, as interfaces, etc., especialmente na escala nano (Llored; Sarrade, 2016).

Todos esses avanços dependem dos equipamentos e dispositivos envolvidos. Assim, a maneira pela qual se conhece uma substância não pode ser eliminada do resultado final do conhecimento, pois isso contribui para a determinação de toda a substância e suas partes e estruturas correlatadas.

Sjöström (2007) argumenta que, como os químicos não estão apenas interessados nas características e comportamentos das moléculas, mas também em gerar novos métodos de produção e novas moléculas, a química está tão intimamente relacionada à tecnologia quanto à ciência.

Em alguma medida, a química parece estar menos preocupada com o conhecimento teórico 'puro' do que com o controle sobre as transformações materiais e as mudanças práticas que delas ocasionam, ou seja, das práticas que visam a produção de bens materiais. Esse aspecto traz à tona o fato de que a química desafia a distinção entre ciência natural e tecnologia (Schummer, 1997a).

De todas as ciências, a química é talvez a mais intimamente relacionada com a indústria e a tecnologia. Assim, para compreender a enorme complexidade dos sistemas tecnocientíficos proporcionadas pela química nas sociedades contemporâneas, e produzir uma imagem autêntica dessa ciência, é necessário levar em consideração a ciência e a tecnologia como aspectos complementares da química (Vesterinen, 2016). Na próxima seção, apresentamos uma discussão que versa sobre as relações entre ciência e tecnologia a partir da perspectiva química.

## 1.2. A QUÍMICA ENQUANTO TECNOCIÊNCIA

Filósofos e historiadores da química destacam a natureza híbrida ou dual da química, que mistura atividades científicas com aplicações tecnológicas (Bensaude-Vincent; Simon, 2008; Schummer, 2001; Reinhardt, 2001). Químicos não estão apenas interessados em desenvolver soluções coerentes e causais para os fenômenos naturais, um dos objetivos centrais da investigação científica. Eles também procuram criar processos e conhecimentos que as pessoas possam utilizar para ampliar as suas capacidades e satisfazer necessidades – um objetivo central das atividades tecnológicas.

Em muitas maneiras, como bem salienta Ribeiro (2016), os químicos esforçam-se para compreender a natureza transformando-a por meio de

manipulações materiais. Seus objetivos não se resumem a descrever, explicar, e prever as propriedades e o comportamento de substâncias químicas, mas também transformá-las e criar entidades químicas com aplicações potenciais. Eis então que nos defrontamos com uma característica marcante da química: alguns de seus produtos têm caráter tecnológico e se capilarizam pelo seio da sociedade, influenciando fortemente o modo como organizamos nossas relações sociais. Daí a importância de se compreender a química em seus aspectos epistemológicos, históricos, culturais e sociais mais amplos.

Segundo Talanquer (2013), os químicos aprendem sobre a natureza através de artefatos de sua própria criação. Eles desenvolvem conhecimento e compreensão isolando, analisando e sintetizando substâncias materiais. Embora possa-se afirmar, como salienta Chamizo (2013), que contemporaneamente outras ciências, como a física e biologia, também estejam envolvidas na criação de seus próprios objetos de estudo (como partículas subatômicas e organismos geneticamente modificados), a síntese de novas substâncias e a implementação de novos processos engloba a maioria das atividades nas quais os químicos estão envolvidos.

Segundo Silva et al. (2018), a química é uma tecnociência que prioriza a realização de ações que buscam criar substâncias, entendendo que não existem substâncias sem uma ação criativa. Elas não são apenas o resultado de uma intencional ação humana, mas também uma construção de significados plenamente inseridos num dado contexto histórico-cultural. Assim, umas das principais maneiras de caracterizar o conhecimento químico se dá por ações construtivas.

Princípios, propriedades, elementos, conservação, átomos, massa, moléculas, equações químicas, fórmulas são, para os químicos, ferramentas que podem ser utilizadas para realizar mudanças materiais, que requerem uma forma específica de intervenção e conhecimento da atividade química. Entidades químicas são 'agentes' do mundo material que têm capacidade de produzir fenômenos e substâncias (Izquierdo-Aymerich, 2013, p. 1646, tradução nossa).

Assim, símbolos e ícones de produtos químicos são tanto tentativas de representar a realidade como ferramentas de *design* para testar ideias, executar simulações mentais e explorar características estruturais das substâncias.

No entanto, isso não significa dizer que a síntese química seja sempre realizada como tecnologia, ou sempre como ciência. Como indica Schummer (2010), esses são fatores que dependem dos objetivos de pesquisa. Se a pesquisa for realizada para estudar as transformações químicas, ela pertence à ciência. Se a pesquisa sintética visa a produção de substâncias com uma determinada finalidade, ela deve ser considerada como pesquisa tecnológica.

No entanto, essa distinção nem sempre é tão simples de ser realizada. O projeto de pesquisa pode ter uma variedade de motivos e intenções que tornam essa identificação difícil, e mesmo impossível de ser realizada. Pode-se, como bem ressalta Schummer (2010), perseguir uma questão de pesquisa científica específica que também é importante para um objetivo tecnológico e integrada em um projeto mais amplo, o que pode caracterizar um tipo de pesquisa denominada de tecnocientífica.

A pesquisa em química não é motivada apenas por fins utilitários, embora na seção introdutória de artigos químicos possam ser encontradas frases sobre aplicações reais ou potenciais das substâncias ali estudadas (Tontini, 1999). Certamente, a aplicação tecnológica tornou-se uma justificativa significativa para levantar fundos para pesquisa. Assim, houve um aumento na menção de possíveis aplicações de novas substâncias durante os últimos anos. Mas isso, na maioria das vezes, é apenas uma questão retórica, já que a maior parte da pesquisa em química sintética se origina de um interesse intrínseco dos químicos em aumentar o número de novos compostos, o que parece ser um fim em si mesmo, e não da possibilidade de aplicação de suas descobertas. A aplicação possui um papel pequeno na fabricação de novas substâncias (Schummer, 1999).

Essa relação entre os aspectos científico e tecnológicos da química parece pressupor que as substâncias químicas podem ser divididas em duas classes: a química enquanto ciência trataria de entidades naturais, e a química enquanto tecnologia trataria da produção de artefatos a partir dos recursos do mundo natural, ou seja, de substâncias artificiais.

No entanto, segundo constata Schummer (2010), substâncias isoladas de recursos naturais também são artefatos, já que resultam de técnicas de



isolamento e purificação e, desse modo, seriam também artificiais, não sendo encontradas 'puras' em seu ambiente natural. Além disso, uma substância isolada de recursos naturais também pode, via de regra, ser sintetizada em laboratório a partir de diferentes compostos, de forma que não há como distinguir cientificamente entre substâncias naturais e artificiais –ao contrário de artefatos tecnológicos, que geralmente podem ser reconhecidos como artefatos.

Schummer (2010) ainda salienta que se as mudanças químicas são naturais, e se a natureza é essencialmente semelhante a um processo, não há razão para questionar se os resultados de tais mudanças são naturais, independentemente de as mudanças terem sido realizadas de maneira experimental no laboratório. Em suma, essa distinção repousa em uma noção de natureza como algo dado e estático, sem mutabilidades. No entanto, todas as ciências experimentais modernas se concentram no estudo da dinâmica da natureza. Essa discussão repousa, essencialmente, no aspecto ético das transformações materiais.

Sendo ciência ou tecnologia, as sínteses químicas não fogem às questões éticas envolvidas nas mudanças no mundo provocadas pela produção de novas substâncias, já que nenhuma pesquisa científica é eticamente neutra. Se sairmos do laboratório e, em particular, se as nossas novas substâncias saírem do laboratório, o crescimento da nossa lacuna de conhecimento pode se tornar um problema sério. No laboratório, os estudos de reatividade química lidam com sistemas químicos muito simples, principalmente com pares ou trios de substâncias puras selecionadas. Quaisquer que sejam as regras de seleção norteadoras, sabemos que a pesquisa de laboratório pode apreender apenas uma fração diminuta e decrescente de todas as propriedades químicas. Sistemas reais ou 'naturais', por outro lado, são terrivelmente complexos e não se preocupam com seleções de laboratório. Espera-se que sistemas reais revelem toda a complexidade das propriedades químicas. Do ponto de vista químico, nosso mundo não é uma mera coleção de substâncias, mas um complexo sistema de reação dinâmica. A adição de apenas uma nova substância pode efetuar um número incontável de mudanças imprevisíveis (Schummer, 1999, p. 11, tradução nossa).

Assim, torna-se importante a compreensão de que nenhuma pesquisa científica é eticamente neutra, já que o conhecimento produzido, no caso da química, o conhecimento sobre as substâncias, possibilita às pessoas realizarem ações sobre o mundo que são eticamente relevantes (Schummer, 2018). Podemos pensar, por exemplo, na indústria química que, como qualquer indústria, definitivamente não é eticamente neutra porque age deliberadamente de acordo com valores (que não são epistêmicos), e suas ações têm



consequências diretas, tanto positivas quanto negativas, para os seres humanos.

Essa simbiose entre a ciência e a indústria tem sido importante tanto para a química quanto para a indústria química, já que a química acadêmica e a indústria compartilham um cordão umbilical. A existência de uma indústria própria desde tempos remotos distingue a química das outras ciências (Lazlo, 2006). Em muitos aspectos, as universidades formam químicos visando uma carreira industrial. Por outro lado, a indústria química financia pesquisas acadêmicas, oferecendo bolsas e subsídios para determinados projetos. Além disso, muitos professores de química também atuam como consultores industriais, não sendo raro que as carreiras químicas sejam híbridas, com cientistas passando de uma instituição acadêmica para um ambiente industrial, ou vice-versa. Assim, a química, seja como ciência ou como indústria, está em constante interação com o cotidiano.

Nenhuma prática química pode ser adequadamente compreendida se negligenciarmos sua inserção em vários ramos das diferentes esferas produtivas com a qual a química estabeleceu interfaces ao longo de sua história – agricultura, metalurgia, farmácia, medicina etc<sup>7</sup>. Essas práticas produtivas não apenas influenciam a química no que diz respeito a produção de substâncias químicas, mas também no que diz respeito aos instrumentos, e mesmo às técnicas de preparação e procedimentos químicos.

A química tornou-se cada vez mais um pré-requisito desses ramos produtivos como uma forma de *tecnologia*, ou seja, como ciência que estuda processos e procedimentos técnicos e também as possibilidades de seu aperfeiçoamento (Lefèvre, 2012; Kroes; Meijers, 2006). O programa da química orgânica, por exemplo, diz respeito à capacidade produtiva do carbono, gerando cada vez mais novas substâncias. Segundo Lewowicz, “todas essas substâncias existem e tornam-se autônomas dos contextos sociais, históricos, técnicos e

---

<sup>7</sup> “Naturalmente, todos os artefatos técnicos estão contidos na esfera de ação humana, mas, no caso de muitos artefatos técnicos, eles também estão aliados a sistemas mais amplos, nos quais o funcionamento adequado dos artefatos não depende apenas da tecnologia em questão, mas também de fatores sociais, ou seja, do contexto no qual está inserido o artefato” (Vermaas, 2011, p. 1).

científicos onde foram produzidas, mas são claramente construídas e novas com respeito à natureza” (Lewowicz, 2015, p. 198).

Assim, segundo a historiadora da química Ursula Klein (2001), símbolos e ícones de produtos químicos são tanto tentativas de representar a realidade como ferramentas de *design* para testar ideias, executar simulações mentais e explorar características estruturais das substâncias.

Por outro lado, as demandas sociais também levam os químicos a sintetizarem novas substâncias, como por exemplo, os clorofluorcarbonos, que durante muito tempo foram utilizados como refrigerantes, e cujos efeitos devastadores na camada de ozônio levaram a problemas ambientais e de saúde – o que por sua vez motivou mais pesquisas químicas visando a síntese de refrigerantes alternativos (Restrepo; Jost, 2020). Essa expansão do espaço povoado pelas substâncias químicas vem, principalmente, de mudanças na instrumentação química e nos aspectos do mundo que podem ser explorados pelos químicos.

Os produtos da química sintética e analítica representam novas substâncias e processos que mudam o nosso ambiente, e isso pode ter implicações tanto benéficas quanto danosas para a vida em nosso planeta. Segundo Klein (2005), nenhuma outra ciência tem um impacto potencial tão direto na natureza e na sociedade.

Nesse sentido, para a realização de qualquer atividade humana, antes se faz necessário que se conheçam os critérios utilizados para avaliar as ações e os valores nela envolvidos. Portanto, os valores precisam ser estabelecidos em um discurso explícito sobre os objetivos da química e suas restrições morais.

Diante do que foi exposto até aqui, parece-nos que a química tem como uma de suas principais características as múltiplas possibilidades de transformação material, o que resulta em uma infinidade de substância possíveis de serem sintetizadas, estudadas e analisadas. Os valores dessa ciência estão intimamente ligados aos seus objetivos e metas. E para que isso fique claro para aqueles que estudam essa ciência, é importante que haja um discurso explícito sobre quais seriam esses objetivos e valores, e também como eles são alcançados, bem como seus limites e possibilidades. Sem isso, conforme destacado por Sjöstrom (2007), a química corre o risco de perder a sua

autonomia enquanto ciência, podendo ser facilmente influenciada por interesses externos à própria química.

Esse cenário difuso sobre os objetivos e metas da química, que diz respeito a sua identidade disciplinar, pode dar a entender que os problemas causados pela ciência na sociedade só podem ser resolvidos por mais ciência e tecnologia, o que se traduz em um otimismo quanto ao progresso. Essa visão, denominada cientificista, está associada a uma compreensão linear das inovações, ou seja, uma crença de que o desenvolvimento do produto segue a pesquisa aplicada, que por sua vez segue a pesquisa básica em uma sequência linear (Sjöström, 2013b). No entanto, sem um direcionamento específico e consciente, esse desenvolvimento pode ser problemático. Além disso, o público em geral possui uma imagem pouco clara sobre o que trata o conhecimento químico.

Analisando essa problemática mais a fundo, Sjöström (2007) sugere que o discurso da química é baseado no objetivismo, no reducionismo molecular e no racionalismo. Essas visões são partes importantes da natureza da química, mas se tornam problemáticas quando os pesquisadores químicos e educadores não estão abertos à reflexão filosófica. Segundo o autor, o objetivismo defende a visão de que os fatos científicos são independentes do contexto em que são observados, e como consequência, a maioria dos cientistas (incluindo químicos) veem a natureza como objetiva e real. O racionalismo representa uma visão do conhecimento e métodos científicos como livres de valores, o que vimos que, no caso da química, pode ser problemático, principalmente quando vinculado à relação da química com a indústria. Na esfera política, essa visão racionalista está muitas vezes ligada à opinião de que especialistas científicos devem receber maior influência política, o que acaba dificultando o diálogo com o público.

No discurso atual (muitas vezes implícito) sobre os objetivos da química, falta uma ênfase no que é útil para o público e para a sociedade civil. Em tal discurso de pesquisa e educação, o foco estaria em 'esclarecer' o conhecimento químico com o objetivo de apresentar soluções radicais para problemas existentes (ambientais e sociais) e/ou novos problemas, para além da agenda industrial. O objetivo fundamental da química estaria então, além de buscar os segredos da natureza e resolver problemas para a indústria ou o estado, em contribuir para a compreensão de coisas que são importantes em uma

democracia funcional, identificar o estado de coisas que são insatisfatórias e encontrar soluções para questões globais. Importantes áreas de pesquisa relacionadas à química incluiriam, por exemplo, química medicinal, não impulsionada pelo mercado, química ambiental e áreas de pesquisa "metaquímicas", como Química Verde e Educação em Química (Sjöström, 2007, p. 90-91, tradução nossa).

Nesse sentido, faz-se relevante perguntar sobre quais problemas a química lida e como esses problemas podem ser incorporados no contexto educacional: quais são as questões de natureza química, que não são redutíveis às abordagens proporcionadas por outras disciplinas?

Segundo Zaterka e Mocellin (2021), vivemos uma 'quimificação' da sociedade, caracterizada pela complexidade crescente do mundo material proporcionada pelos objetos químicos, que apresentam consequências imprevisíveis das inovações e da produção tecnocientífica. Essa sociedade de risco (Sjöström, 2013b) precisa de cidadãos educados, capazes de entender o mundo e tomar decisões informadas, tanto na vida privada quanto profissional, e como cidadãos engajados em processos democráticos.

Faz-se importante, desse modo, compreendermos que no processo de construção das ciências e tecnologias, os fatores sociais e cognitivos estão intimamente interligados. Seguindo as orientações de Lewowicz (2015), concordamos que quanto mais perto estivermos do núcleo cognitivo das ciências, mais clara se tornará sua natureza social. "Contingências (sociais, materiais e simbólicas) não são meramente *externalidades*; eles são *constitutivos* de fatos científicos" (Lewowicz, 2015, p. 203, tradução nossa, grifo nosso).

Desse modo, ao analisarmos a ciência química em seu contexto social e cultural, bem como em suas interações ao longo do tempo, é possível compreender, em um sentido mais amplo, que papel ela desempenha na sociedade, suas expectativas sociais, e quais esperanças e medos ela desperta.

## CAPÍTULO II: O OLHAR SOCIOLÓGICO DE LUDWIK FLECK PARA A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

Ao refletirmos sobre os processos pelos quais o conhecimento químico é construído, certamente nos depararemos com o fato de que este representa uma forma de apreensão da realidade que sofre influências do meio social no qual está inserido, bem como do contexto histórico e cultural. A química, como toda atividade científica, é coletiva. Ou seja, realizada por um conjunto de pesquisadores que compartilham pressupostos e que, portanto, possuem visões comuns sobre alguns de seus objetos de pesquisa; que utilizam determinados métodos e técnicas que são tacitamente incorporados pelos iniciados no campo; e que apresentam formas de organizar e comunicar o conhecimento produzido de maneira peculiar, por meio de congressos, eventos, periódicos, dentre outros. Nas palavras de Fleck, essas *visões comuns*, de um mesmo *Coletivo de Pensamento*, compõem um *Estilo de Pensamento*.

É graças à incorporação de novos membros a esse *Coletivo de Pensamento*, por meio dos cursos de graduação, programas de pós-graduação, manuais didáticos, artigos científicos, dentre outros, que esse *Estilo de Pensamento* vai sendo repassado às novas gerações. Ou seja, devido ao processo de iniciação em uma área, *a qual possui um determinado Estilo de Pensamento*, é que os novos membros podem reconhecer os fatos científicos, que são os problemas de pesquisa daquele Coletivo de Pensamento, como realidades objetivas. Objetivas porque, de acordo com Fleck (2010), um fato científico só existe a partir de uma percepção que é orientada pelo Estilo de Pensamento. É desse modo que se torna possível a continuidade na realização de pesquisas alinhadas a esse Estilo de Pensamento.

Nesse sentido, a análise e compreensão sobre *como* esse processo acontece pode nos dar indícios importantes sobre como o conhecimento químico é construído, possibilitando que encontremos subsídios para identificarmos elementos específicos sobre *Estilos de Pensamento Químico*.

Como veremos a seguir, a epistemologia proposta por Ludwik Fleck (1896 – 1961) apresenta a ciência como uma atividade humana e coletiva, logo uma

construção social que apresenta uma historicidade, a qual é influenciada por fatores externos a ela.

Tendo em vista que a epistemologia Fleckiana vai ao encontro do que é considerado hoje a base dos estudos sobre Natureza da Ciência, ousamos defender que ele pode ser considerado um precursor deste modo de ver a ciência, em um tempo que se tinha apenas um modo de vê-la: do empirismo de Francis Bacon ao lógico-empirismo dos neopositivistas do Círculo de Viena (retomaremos em 2.2).

Por tal razão, utilizaremos a sua epistemologia para investigar como o conhecimento químico é construído em um Programa de Pós-Graduação em Química. É desse modo que, ao olharmos para a ciência a partir da epistemologia de Fleck, consideramos poder compreendê-la não apenas como um conjunto de leis, modelos e teorias, mas, essencialmente, como uma atividade organizada pelas comunidades de pesquisadores. E, se nos propomos a compreender esses coletivos e como eles produzem a ciência química, precisamos identificar no fazer científico desses coletivos, os fatores e as normas que podem explicar os processos de produção do conhecimento químico. Ou, em outras palavras, a natureza da ciência química.

## 2.1. UMA BREVE BIOGRAFIA

Nascido em 1896 na cidade de Lwów, atual Ucrânia, Fleck era filho de judeus-poloneses. A maior parte de sua carreira foi dedicada à pesquisa em medicina, tendo como principal interesse problemas da pesquisa microbiológica e, mais especificamente, por questões sorológicas gerais, área na qual atuou até o fim de sua carreira como médico. Durante sua carreira, ocupou vários cargos importantes em distintas instituições, atuando como diretor de laboratórios bacteriológicos, de departamentos de microbiologia médica em universidades, além de ter sido Presidente da Academia Polonesa de Ciências. A sua carreira científica também foi muito produtiva, sendo que, entre 1922 e 1939, ele publicou 37 trabalhos científicos, e no período de 1946 a 1957 orientou aproximadamente 50 teses de doutorado e uma série de teses de livre-docência. Além disso, Fleck

publicou 87 títulos científicos em medicina em revistas polonesas, francesas, inglesas, norte-americanas e suíças, tendo participado de congressos internacionais e agraciado com vários prêmios (Schäfer; Schnelle, 2010).

Apesar de sua brilhante carreira como pesquisador médico, Fleck viveu conturbados momentos nesse período. Com a ascensão da Segunda Guerra Mundial, Lwów passou a pertencer ao estado soviético. Devido a esse fato, a Faculdade de Medicina se tornou independente e Fleck foi nomeado professor e chefe do Departamento de Microbiologia. Ao mesmo tempo, tornou-se diretor do Laboratório Sanitário-Bacteriológico Municipal e conselheiro de microbiologia e sorologia. No entanto, com o ataque da Alemanha nazista à União Soviética e posterior ocupação de Lwów, em 1941, Fleck foi obrigado a deixar esses cargos, sendo deportado para o gueto judeu da cidade junto com a sua esposa e seu filho. Apesar das condições precárias na qual se encontrava, Fleck deu continuidade às suas atividades como pesquisador, desenvolvendo no gueto onde se encontrava uma vacina para a epidemia de tifo a partir da urina dos infectados, publicando, após a guerra, a respeito desses procedimentos (Schäfer; Schnelle, 2010).

Por esse feito, Fleck foi reconhecido como um dos mais importantes especialistas em tifo da Europa, e em 1942, junto com sua família, foi deportado para uma fábrica farmacêutica, a fim de desenvolver tal vacina. Em 1943 foi para Auschwitz, onde, inicialmente, serviu como enfermeiro, e logo em seguida, foi posto a trabalhar no Laboratório Sorológico. Em 1944, foi mandado para um recém fundado laboratório para a produção de vacina contra tifo. Nesse laboratório, Fleck conseguiu fabricar uma vacina placebo, que foi fornecida em altas quantidades à SS, deixando as vacinas com efeito para os prisioneiros do campo (Schäfer; Schnelle, 2010).

Após ser libertado do campo de concentração, em 1945, Fleck retorna à Polônia, onde assume vários cargos importantes em universidades e institutos de pesquisa. No entanto, seu estado de saúde começa a piorar, e Fleck sofre um infarto em 1956. Nesse mesmo ano, muda-se com sua esposa para Israel, a fim de viver próximo ao filho, onde continua a desenvolver pesquisas. Em 1959 é nomeado Professor Visitante de Microbiologia na Faculdade de Medicina da

*Hebrew University*, em Jerusalém. Em 1961, com seu estado de saúde cada vez pior, sofre um segundo infarto, e morre, aos 64 anos, na cidade de Niess-Ziona (Schäfer; Schnelle, 2010).

Apesar de intensa produtividade na área da pesquisa médica, Fleck também nutria interesse por outros estudos, sobretudo à filosofia. Ele dedicava seu ‘tempo livre’ à leitura de textos de filosofia, sociologia e história da ciência, tendo participado de diversos círculos de discussão em Lwów, que nesse período, sofriam uma grande influência da corrente neopositivista do Círculo de Viena. A sua grande contribuição à epistemologia se deve, em parte, aos seus estudos estarem direcionados para a sua área de atuação, a medicina, que segundo ele, não tinha como foco a busca por regularidades e a ampliação do saber em si, mas sim, as irregularidades, o controle dos estados patológicos do organismo e suas particularidades (Schäfer; Schnelle, 2010).

Em sua monografia de 1935, *Gênese e desenvolvimento de um fato científico*, Fleck realiza um estudo de caso na história da medicina, o desenvolvimento do conceito de sífilis (o seu fato científico). Nessa obra, ele desenvolve suas análises epistemológicas a partir da gênese desse conceito, que resultam na compreensão da historicidade do saber. O autor chama a atenção para a questão de que os fatos médicos, em sua visão, seriam condicionados pela história e pela cultura. Ele identifica uma conexão entre as representações da doença de diversas épocas e culturas com o que chamamos contemporaneamente de fatos científicos. Ou seja, Fleck compreende que o saber é edificado a partir de sua história, sofre influências do meio social no qual se encontra, e carrega traços da cultura onde é produzido.

Diante disso, Fleck propõe que o desenvolvimento da ciência é sempre contextual, histórico e contingente. Ou seja, não haveria um caminho predeterminado para o desenvolvimento científico, nem uma progressão definida de antemão. Outras formas de organização social poderiam certamente produzir outros Estilos de Pensamento e outros fatos. Desse modo, conforme argumenta Löwy (2012, p. 22), para Fleck, “os conceitos científicos atuais, resultado de uma história específica, estão longe de ser a única possibilidade lógica para ordenar



e compreender os fenômenos naturais”. Dadas outras condições históricas, culturais e sociais, o conhecimento produzido poderia ser outro.

Isso leva Fleck a desenvolver os conceitos de **Estilo de Pensamento** e de **Coletivo de Pensamento**, que procuram enfatizar a natureza coletiva das disciplinas científicas, e também, os pressupostos sobre os quais o coletivo edifica o saber. Com esses conceitos, Fleck evidencia o fato de que o saber nunca é possível em si mesmo, mas apenas e sempre sob a condição de determinadas pressuposições histórica e sociais sobre o objeto.

A ciência consiste em algo organizado por pessoas de modo cooperativo; assim, deve ser considerada, em primeiro lugar, a estrutura sociológica e as convicções que unem os cientistas, para além das convicções empíricas e especulativas dos indivíduos (Schäfer; Schnelle, 2010, p. 15).

Isso significa que decisões e costumes estão sempre vinculados a Estilos de Pensamento, sendo que estes determinam os atributos verificáveis dos objetos sob estudo. Assim, Fleck chama a atenção para o fato de que a concepção de ciência feita de maneira individual, por gênios que fazem descobertas ao acaso, é uma ilusão, uma concepção inadequada. O que a obra de Fleck evidencia é o caráter coletivo, social e histórico da construção do conhecimento científico, enfatizando a relação desse com fatores externos à própria ciência.

## 2.2. A TEORIA DA CIÊNCIA FLECKIANA

Uma das primeiras características da teoria da ciência desenvolvida por Fleck é que esta ia de encontro à perspectiva lógico-empirista dos neopositivistas do Círculo de Viena. Para este movimento cultural do início do século XX, a busca do conhecimento deveria ter como pressuposto os aspectos empíricos dos fenômenos investigados. O fundamento do conhecimento científico deveria ser uma linguagem lógica unificada, e uma rejeição declarada a qualquer tipo de especulação metafísica (Dutra, 2017). Assim, todo o conhecimento científico deveria vir da experiência, sendo que os enunciados científicos deveriam ter uma comprovação ou verificação baseada na observação ou experimentação.

Para os membros do Círculo de Viena, o conhecimento científico deveria ser orientado pelo método indutivo, por meio do qual, a partir da observação de casos particulares, seria possível estabelecer enunciados universais. Desse modo, partindo da observação e da experimentação, seria possível obter, indutivamente, um caráter de regularidade para os fenômenos naturais, o que possibilitaria a emissão de juízos universais. Para aqueles, esse processo eliminaria os enunciados metafísicos do conhecimento científico. Ou, de outro modo, se estabeleceria uma demarcação clara entre ciência e metafísica (Dutra, 2017).

Contra-pondo-se a essa perspectiva, Fleck desenvolve sua epistemologia a partir de uma análise da pesquisa em medicina que, segundo ele, apresentava várias características que divergiam daquela lógico-empirista. Fleck procurou enfatizar a ciência médica como essencialmente cooperativa, interdisciplinar e coletiva, destacando o caráter social da construção do conhecimento, pontos não contemplados pelos neopositivistas, os quais privilegiavam apenas o caráter lógico e interno da ciência.

A compreensão de Fleck sobre como se dá a construção do conhecimento na área da medicina o levou a questionar aquilo que era mais caro aos empiristas, e mais tarde, aos empiristas-lógicos: o objeto de investigação, o que para Fleck corresponde ao Fato Científico. Para aqueles, o objeto está posto, independentemente da teoria que orienta o olhar do pesquisador. Para os empiristas-lógicos, o objeto da pesquisa – fato científico para Fleck –, teria uma existência própria, independente do observador e do contexto histórico, social e conceitual no qual havia sido identificado. Segundo essa perspectiva, caberia ao pesquisador ‘se livrar’ de qualquer forma de subjetividade ou vontade própria, pois só assim a realidade poderia ser devidamente apreendida. O fato era, assim, algo inquestionável, uma realidade ‘em si’.

No entanto, a análise comparada da história da medicina realizada por Fleck, que teve como mote o estudo do desenvolvimento do conceito de sífilis ao longo da história, mostrava justamente o contrário: que novas definições de doenças decorriam historicamente de estudos/compreensões antecessoras. Dessa forma, as doenças não eram resultado apenas de novas observações,

realizadas a partir de critérios lógicos. Elas eram, também, o resultado do contexto histórico, social e conceitual no qual estavam sendo estudadas em determinado momento. E, nesse sentido, Fleck relaciona o saber à sua historicidade (Schäfer; Schnelle, 2010).

Esses estudos levam Fleck a ampliar o escopo das suas investigações e ampliá-lo às ciências naturais como um todo. A sua abordagem para a teoria das ciências parte da estrutura interna de uma disciplina, na qual ele detecta a gênese de pontos de vista distintos, mais especificamente, sua epistemologia se opõe ao neopositivismo, vigente à época. Sua epistemologia lhe possibilita argumentar que metodologias e pensamentos dominantes em cada época são temporários e se encontram numa transição dinâmica para novas orientações.

Desse modo, ele elabora o conceito de pensamento conforme um *Estilo de Pensamento*, que corresponde a um modo de pensar que representa um *Coletivo de Pensamento* durante um determinado contexto, em uma determinada época. Fleck sociologiza as ciências, examinando a relação entre objeto, atividade de conhecimento e âmbito social das ciências naturais.

A análise de Fleck vê como essencial levarmos em consideração as condições sociais e culturais do processo de produção de conhecimento, já que cada *Coletivo de Pensamento* compartilha do mesmo *Estilo de Pensamento*, vinculado às particularidades sociais nas quais os indivíduos se encontram. Essa é a base por meio da qual os indivíduos compreendem os seus problemas e os direcionam para os seus objetivos. Dito de outro modo, a escolha do problema determina a maneira de observar o objeto investigado, sendo a 'verdade', portanto, relativa ao objetivo pretendido em relação ao saber.

O objetivo de Fleck era mostrar que não apenas as circunstâncias externas da produção científica, mas também o conteúdo, as estruturas dos problemas e os procedimentos de verificação e justificação das ciências dependiam principalmente do estilo. Segundo Fleck, não existem fatos sólidos que precisam apenas ser encontrados e seus significados decifrados, nem os fatos são meramente dependentes de nossas descrições; ao contrário, os fatos passam a existir por si mesmos e mudam - eles têm uma história e uma marca cultural específica. Não apenas o que um fato deve significar, mas o que um fato é, é determinado pelo respectivo Estilo de Pensamento do Coletivo de Pensamento local (Zittel, 2012, p. 54, tradução nossa).

Assim, o principal objetivo de Fleck é demonstrar como o ‘fato’ é uma produção social, pertencente a determinada configuração histórica. Com o passar do tempo, o fato é construído e sofre transformações em sua percepção individual e coletiva.

Segundo Maia (2011), Fleck rompe com a clássica dicotomia entre sujeito e objeto, incluindo, nesse sistema binário, o conhecimento já estabelecido. O estado atual do conhecimento, enquanto fator fundamental de cada conhecimento novo, surge como um terceiro elemento nessa relação. O mundo possui uma história que coage os agentes sociais. E, portanto, o olhar e o agir estão condicionados pelo saber já consolidado pelos *Estilos de Pensamento* dos sujeitos que habitam o mundo histórico.

Assim, nas palavras de Fleck,

Podemos definir o **Estilo de Pensamento** como percepção direcionada em conjunção com o processamento correspondente no plano mental e objetivo. Esse estilo é marcado por características comuns dos problemas que interessam a um **Coletivo de Pensamento**; dos julgamentos, que considera como evidentes e dos métodos, que aplica como meios do conhecimento. É acompanhado, eventualmente, por um estilo técnico e literário do sistema do saber (Fleck, 2010, p. 149, grifo nosso).

Os *Estilos de Pensamento* são entendidos como processos, circulações de ideias e práticas sociais compartilhados pelo mesmo *Coletivo de Pensamento*. Eles condicionam o pensamento e ação dos pesquisadores, e quanto mais frequente e densa essa circulação de pensamentos, mais consistente ela se torna e mais pronunciadamente um estilo particular emerge (Zittel, 2012).

Assim, a determinação de um problema e sua posterior resolução é compreendida como sendo a compreensão de um fato científico, a ‘verdade’, para um determinado *Coletivo de Pensamento*, que compartilha um *Estilo de Pensamento*. Para esse coletivo, essa percepção do real e objetivo não é relativa, já que os pressupostos são quase sempre determinados dentro de um Estilo de Pensamento. “Nunca se pode dizer que o mesmo pensamento seja verdadeiro para A e falso para B. Se A e B pertencem ao mesmo Coletivo de Pensamento, o pensamento é verdadeiro ou falso para ambos” (Fleck, 2010, p. 151).

Qualquer tentativa individual de legitimação possui apenas um valor limitado: ela é vinculada a um *Coletivo de Pensamento*. Assim, cada fato tem que se alinhar ao interesse intelectual do respectivo Coletivo de Pensamento, pois somente por meio dessa percepção compartilhada é que os membros do grupo podem interagir. As ideias se conservam enquanto uma *harmonia das ilusões*, enquanto formações persistentes e rígidas.

O processo do conhecimento altera o sujeito do conhecimento, adaptando-o harmoniosamente ao objeto do conhecimento, e é essa circunstância que assegura a harmonia dentro da opinião dominante sobre a gênese do conhecimento. Esse é um exemplo do efeito das ilusões, ou da harmonia interior do Estilo de Pensamento, que gera a aplicabilidade dos resultados científicos e a crença numa realidade que existe independentemente de nós (Fleck, 2010, p. 136).

A tendência à persistência da *harmonia das ilusões* faz com que uma contradição ao sistema pareça ser impensável. Ou seja, “aquilo que não cabe no sistema permanece despercebido, ou é silenciado, mesmo sendo conhecido; mediante um grande esforço é declarado como não contradizendo o sistema” (Fleck, 2010, p. 69). Desse modo, procurando dar conta do processo dinâmico de produção do conhecimento, Fleck propõe que os *Estilos de Pensamento* apresentam fases características: a época clássica de uma teoria, na qual apenas os fatos que são percebidos se enquadram com exatidão (onde encontramos a complementação e/ou ampliação do Estilo de Pensamento) e a época das complicações (onde encontramos as mutações do Estilo de Pensamento), quando se toma consciência das exceções.

No entanto, em um sistema de pensamento, um fato nunca é completamente independente e, por isso, cada fato repercute retroativamente em outros, e cada mudança exerce um efeito em um campo que, na verdade, não tem limites. Assim, a depender da época, o conteúdo científico pode ser interpretado de maneiras diferentes, o que faz com que esse sofra modificações, que Fleck denomina de *mutações do Estilo de Pensamento*. São essas mutações que podem levar a novos conhecimentos.

Assim, cada *fato científico* novo pode alterar anteriores no interior de um *Estilo de Pensamento*, por menor que seja essa mutação. “Esse entrelaçamento interligado confere ao **mundo dos fatos** uma persistência maciça, causando a

sensação de uma realidade fixa, da existência autônoma de um mundo” (Fleck, 2010, p. 153, grifo do autor).

Isso leva Fleck a questionar a noção comumente arraigada de **progresso** em relação ao desenvolvimento das ciências. Na perspectiva Fleckiana, esse diz respeito a um deslocamento dos pressupostos adotados para o objeto científico. Não se trata, portanto, de um progresso no sentido de um plano a partir do qual um *Estilo de Pensamento* possui mais valor em relação a outro. O conhecimento depende do *Estilo de Pensamento*. Se os pressupostos são deslocados, algo novo aparece. Os saberes não podem, assim, serem comparados quantitativamente, já que, a depender do Estilo de Pensamento, o objeto de investigação parte de outros fundamentos (Schäfer; Schnelle, 2010).

Um outro ponto destacado por Fleck é que, ao mesmo tempo em que a investigação é dependente da realidade social, os resultados das investigações também têm um efeito na própria organização social. Isso demonstra que não há como alcançar uma realidade absoluta, já que, à medida que o conhecimento avança, ele transforma a sociedade no qual foi produzido, que, por sua vez, influenciam nos Estilos de Pensamento, em uma relação dialética (Schäfer; Schnelle, 2010).

Assim, segundo a proposta Fleckiana, existem três tipos de fatores sociais que influenciam a construção do conhecimento:

- (1) o peso da educação: os conhecimentos, em sua maior parte, são constituídos de aprendizados e não de conhecimentos novos. No entanto, a cada passagem de conhecimentos no processo de aprendizagem, o conteúdo do saber se desloca imperceptivelmente;
- (2) o peso da tradição: os conhecimentos novos são sempre determinados pelos antigos;
- (3) o efeito da sequência do processo de conhecimento: aquilo que foi uma vez conceituado, restringe a margem das concepções decorrentes (Schäfer; Schnelle, 2010, p. 13).

Em nossa pesquisa, buscamos mostrar como esses fatores se fazem presentes nas pesquisas realizadas em um Programa de Pós-Graduação em Química. Esse olhar epistemológico sobre esse local de produção de conhecimento nos deu condições de compreender o cientista imerso em seu espaço simbólico de significações, em seu olhar orientado pelo *Estilo de Pensamento* ao qual pertence.

Concordamos com Maia (2012) quando esse ressalta que o cientista natural está submetido a um pragmatismo da pesquisa que o faz assumir uma posição estritamente realista em relação aos objetos que investiga. Ele busca uma relação causal entre as variáveis medidas e, na maioria dos casos, não está consciente dos pressupostos adotados pelo *Coletivo de Pensamento* do qual faz parte. Em nosso caso, o que buscamos foi compreender o quanto a relação causal que esse cientista estabeleceu era dependente do seu *Estilo de Pensamento*, e o quanto a formação proporcionada pelo *Coletivo de Pensamento* possibilitou o olhar direcionado para certos problemas e caminhos de investigação.

### 2.2.1 O papel dos acoplamentos ativos e passivos na gênese de um fato científico

A concepção de natureza da ciência, arraigada no senso comum, e que há algum tempo era aquela adotada pela historiografia clássica, apresentava o conhecimento científico como um conjunto de ‘descobertas’ e fatos que estariam postos na natureza, cabendo ao pesquisador ‘desvendar/descobrir’ os seus segredos. Uma ‘descoberta’ científica, portanto, dependia da neutralidade do pesquisador frente à natureza. O papel ativo caberia à natureza, já que nesta estariam ‘escritas’ as leis e regras de funcionamento do mundo, a serem ‘descobertas’.

Como nos lembra Maia (2011), para Fleck, a natureza e a sociedade atuam como agentes na construção do conhecimento. O conhecimento é um produto histórico e social, e as observações e experimentos só se tornam possíveis orientados pelo *Estilo de Pensamento*. Nesse sentido, os papéis de sujeito ativo e passivo dependem do contexto histórico no qual a pesquisa se desenvolve. No entanto, como ressalta Martins (2020, p. 1207), “nem tudo corresponde a acordos e jogos de linguagem. [...] há elementos que não se explicam nem historicamente, nem psicologicamente (seja pela psicologia individual ou coletiva)”. Existem elementos da natureza que resistem à atividade do pesquisador, ao pensamento.



Assim, procurando evitar cair em um relativismo extremo, onde tudo seria uma construção social, Fleck desenvolve os conceitos de **acoplamentos ativos e passivos**, no qual a natureza possuiria um papel na construção do conhecimento, apresentando certas resistências à volição do cientista (Binney, 2016). Seriam essas resistências as responsáveis pelo estabelecimento do solo firme dos fatos científicos.

O fato, para Fleck, está no centro de qualquer ciência empírica. O que o pesquisador busca é aquilo que resiste às relações de arbitrariedade de novas convenções ativas. Os fatos, ou atos de resistência, representam uma figura concreta do conhecimento. Assim, para Fleck, os “acoplamentos ativos dependem de uma escolha, ou seja, ligações livres; já os acoplamentos passivos são o resultado de uma relação obrigatória” (Fleck, 2010, p. 49). Ou seja, os *acoplamentos ativos* seriam as convenções adotadas por cada *Estilo de Pensamento*, sendo que o objetivo das ciências empíricas seriam um máximo de acoplamentos passivos, com um mínimo de acoplamentos ativos (Schäfer; Schnelle, 2010).

Na visão de Fleck, a pesquisa tem como objetivo buscar, no meio da confusão incompreensível dos fenômenos, aquilo que se apresenta como um ato de resistência, em relação ao qual o pesquisador é colocado diante de uma posição passiva e que resulta em uma coerção ao pensamento. Esse sinal de resistência, que se opõe à voluntariedade livre do pensamento, é considerado um fato científico. Assim, para Fleck,

Conhecer, portanto, significa, em primeiro lugar, constatar os resultados inevitáveis sob determinadas condições dadas. Estas condições correspondem aos acoplamentos ativos, formando a parte coletiva do conhecimento. Os resultados inevitáveis equivalem aos acoplamentos passivos e formam aquilo que é percebido como realidade objetiva. O ato da constatação compete ao indivíduo (Fleck, 2010, p. 83).

Desse modo, quanto mais o pesquisador se aprofunda numa área do saber, maior se torna o vínculo estabelecido com o *Coletivo de Pensamento* e, portanto, maior o número de elementos ativos do saber. Conseqüentemente, aumentam também o número de relações passivas percebidas, já que a iniciação a um *Estilo de Pensamento* ocorre num contexto coercitivo, onde a observação



e a experimentação nunca são neutras, mas condicionadas pelo *Estilo de Pensamento*.

Ao mesmo tempo que a epistemologia Fleckiana evidencia a extensão dos arranjos e acordos societários, ela propõe limites à vontade dos agentes, reduzindo a autonomia e coagindo a atividade dos agentes sociais. “Tais elementos de resistência, coerções à passividade daqueles agentes, delineiam o que é a *realidade*, a *objetividade* e a *verdade* para o grupo social (Maia, 2011, p. 1175, grifo nosso)”. Assim, as escolhas livres e racionais dependem de condições específicas.

Em Fleck, a ciência é entendida em sua complexidade, simultaneamente um construto societário no qual os humanos são agentes ativos e também uma construção obrigada a obedecer a conexões naturais inevitáveis, que ele denomina passivas. Essa ‘teoria’ do passivo-ativo, um dos grandes *insights* de Fleck, equaciona de forma mais satisfatória os atuais dilemas, ditos pós modernos, da pesquisa sociológica. Fleck explica como a produção de certezas ocorre no tecido societário, porém exige que estejam presentes e participem os fatores naturais (Maia, 2011, p. 1175).

O conceito de resistência desenvolvido por Fleck permite compreender as complexas interações entre as atividades dos pesquisadores e as restrições impostas pelo mundo material. Essa perspectiva mostra a importância de se estudar os métodos que os cientistas utilizam para o estudo dos fenômenos, o que transforma a sua epistemologia em um estudo sobre a prática dos cientistas.

Segundo a historiadora da ciência Ilana Löwy (2012), isso se torna especialmente importante quando o estudo recai sobre a ciência contemporânea, cujos fenômenos se apresentam enquanto tecnofenômenos, apreendidos e representados através das tecnologias e práticas dos pesquisadores. Para essa historiadora, Fleck foi um dos primeiros a ressaltar que instrumentos e técnicas são parte integrante dos fenômenos experimentais, e que tais fenômenos emergem através do envolvimento com o mundo material.

Esse olhar para a ciência contribuiu para a redescoberta do trabalho de Fleck que, de certa forma, foi um pioneiro na abordagem do estudo da ciência como um modo de raciocínio prático e como trabalho. Assim, ao invés dos estudos sobre a ciência recaírem apenas sobre as teorias desenvolvidas pelos cientistas ao longo da história, cada vez mais atenção vem sendo dada aos

instrumentos científicos, técnicas utilizadas pelos pesquisadores, formas de socialização das pesquisas, as formas de validação e difusão de novos conhecimentos, as relações entre ciência e indústria e entre ciência e política (Lowy, 2012).

O conhecimento científico, desse modo, seria o resultado da relação dos pesquisadores com o mundo natural e social, por meio daquilo que o cientista deseja compreender (orientado pelo Estilo de Pensamento), e aquilo que resiste às suas intenções. Isso sugere que os estudos sobre a ciência devem levar em consideração as práticas dos cientistas como um elemento fundamental para a compreensão da natureza do conhecimento científico.

### 2.2.2 Os aspectos sociais da construção do conhecimento científico

Para Fleck, os Estilos de Pensamento são mantidos por certas comunidades cujos indivíduos compartilham o mesmo conhecimento e têm o mesmo comportamento comunicativo e estilo literário. Essas comunidades de pesquisadores interagem coletivamente para a produção ou elaboração de conhecimento, usando uma estrutura compartilhada de costumes culturais e de aquisição de conhecimento.

Fleck apresenta uma necessidade de vincular os *Estilos de Pensamento* a um meio social – não apenas no surgimento do estilo, mas ao longo de toda sua duração. Um Estilo de Pensamento precisa ser apoiado por instituições sociais para que possa existir. Assim, na discussão sobre os aspectos gerais dos *Estilos de Pensamento*, é importante salientar que prestar atenção às pessoas e suas visões de mundo não implica dizer que os Estilos de Pensamento científico são pessoais. Mas, em vez disso, implica dizer que cada Estilo de Pensamento pertence a uma comunidade de pessoas.

Um pesquisador inteiramente isolado é impossível. [...] Um investigador isolado, sem preconceito e sem o peso da tradição, sem as influências da sociedade agindo sobre sua mente, e sem o efeito da evolução dessa sociedade, seria cego e irrefletido. Pensar é uma atividade coletiva. [...] Seu produto é uma determinada imagem, visível apenas para quem participa dessa atividade social, ou um pensamento que também é claro apenas para os membros do coletivo. O que

pensamos e como vemos depende do Coletivo de Pensamento ao qual pertencemos (Fleck, 1986 [1935], p. 77, tradução nossa).

Assim, os membros de um *Coletivo de Pensamento* discutem sobre questões que não lhes despertaria a atenção se estivessem sozinhos, e que, talvez, não fizessem sentido se estivessem em outro grupo de pessoas. Há uma característica de *Estilo de Pensamento* para esse grupo. Há também um certo clima coletivo que fortalece os laços entre os membros de determinado Coletivo de Pensamento e que os inclina a pensar e a agir de determinada maneira.

O resultado desse processo é que, segundo Mößner (2011), após o término dos estudos, os adeptos a um determinado Estilo de Pensamento olham para as coisas com os olhos do Coletivo de Pensamento, ou seja, só veem o que é de interesse para sua área de pesquisa. Além disso, os estudantes desenvolvem uma certa incapacidade de perceber questões que não são compartilhadas pelo Coletivo de Pensamento do qual fazem parte.

Desse modo, em um primeiro momento, as observações são realizadas de acordo com determinadas prescrições ditadas por este coletivo, até que, depois de determinado ponto, elas se tornam um hábito mental do observador. “O pesquisador experiente simplesmente não pode fazer uma observação acriticamente” (Fleck, [1935] 1986, p. 67). Nesse ponto, a influência do social no desenvolvimento do conhecimento científico na epistemologia Fleckiana torna-se evidente.

A observação, para Fleck, nunca é realizada de maneira incondicional, mas tão somente tornada possível por meio do *Estilo de Pensamento* que orienta o olhar. Não haveria, portanto, um observar ingênuo, e sim, aquele possibilitado pela introdução teórico-prática em uma área. Somente após muitas vivências, após uma formação prévia, adquire-se a capacidade de perceber, de maneira imediata, um sentido, uma forma e uma unidade fechada. Assim, o iniciado deve ser capaz de reconhecer, como membro do *Coletivo de Pensamento* e participante do *Estilo de Pensamento*, quais são os ‘problemas reais’ da pesquisa e os ‘pseudoproblemas’ que não devem ser objeto de atenção (Martins, 2016).

Fleck reconhece alguns fatores importantes nesse processo de enculturação, tais como a participação e a constituição de uma identidade; a maneira de trabalhar e a forma de compreensão dos problemas; a aquisição da experiência prática na utilização de equipamentos e na aplicação experimental. Esses elementos se formam ou são adquiridos na fase concreta da formação, quando se demonstram e se imitam os processos exemplares. Fleck destaca ainda a importância de aquisição da experiência prática, que traz um elemento irracional, logicamente não legitimável para o saber (Schäfer; Schnelle, 2010).

Isso sugere que, para o iniciado, a introdução ao *Estilo de Pensamento* acontece por meio de uma suave 'condução para dentro', uma sugestão puramente autoritária de ideias. Portanto, a iniciação ao *Estilo de Pensamento* só se torna possível por meio da interação do sujeito com o Coletivo de Pensamento. Quanto maior a distância entre a formação do observador-leigo em relação à formação do especialista na área, maior será a distância entre aquilo que o leigo vê daquilo que o especialista vê. Mais distante também é a descrição do evento observado. Desse modo, mesmo a descrição mais completa não pode compensar a falta de experiência prática.

Por isso a importância dada à educação na constituição do *Coletivo de Pensamento*, já que é por meio dela que os leigos se tornam membros de uma determinada comunidade científica. Durante este período, o sujeito epistêmico é confrontado com as opiniões compartilhadas pela comunidade da qual eles se tornarão membros. Nesse sentido, para Fleck:

O Estilo de Pensamento assim entendido é o resultado da formação teórica e prática do indivíduo; [...] é um certo conjunto de valores tradicionais que estão sujeitos a um desenvolvimento histórico específico e a leis sociológicas específicas (Fleck, p. 66, [1935] 1986, tradução nossa)

No entanto, os membros desse coletivo não apenas adotam certas formas de perceber e pensar, mas também o transformam. No interior do Coletivo de Pensamento, Fleck defende um processo contínuo de desenvolvimento (Harwood, 1986). Esta é uma consequência de sua concepção de como as ideias circulam.

Dentro de um determinado Estilo de Pensamento, existem muitos conceitos, teorias e métodos específicos que são desenvolvidos por setores

específicos do Coletivo de Pensamento, cada setor consistindo de um pequeno *círculo esotérico* de especialistas, e de um *círculo exotérico*, mais amplo, de não especialistas. Esses são representados hierarquicamente, estruturados em círculos concêntricos estratificados, sendo o mais central o círculo esotérico, representado pelos pesquisadores ou iniciados e, aquele que o circunda corresponde ao círculo exotérico, dos não-iniciados.

Assim, segundo Fleck (2010), aqueles que compõem o círculo exotérico não participam diretamente da formação de pensamento, mas interagem com este, por meio do círculo esotérico. Existe, portanto, uma relação entre elite e massa nessa relação: o pesquisador altamente qualificado ocupa o centro do círculo esotérico, enquanto os leigos mais ou menos instruídos, o círculo exotérico.

O Coletivo de Pensamento, portanto, consiste em muitos círculos esotéricos e exotéricos que se interconectam, uma vez que um cientista individual pertencerá simultaneamente a um círculo esotérico, e a muitos círculos exotéricos (Harwood, 1986). Desse modo, a formação de um Estilo de Pensamento surge como resultado dessa comunicação contínua entre diferentes círculos, e das mudanças de sentido que estão ligadas a esse processo.

Essa diversidade individual dentro de um Coletivo de Pensamento deriva, de acordo com Fleck, do fato de que cada membro de um determinado Coletivo de Pensamento científico é simultaneamente membro de muitos outros coletivos de pensamento, dentro e fora da ciência (Harwood, 1986). Uma vez que não há dois indivíduos idênticos em suas associações, cada cientista produz uma combinação única de significados do mundo exterior, e confere um significado sutilmente distinto aos conceitos compartilhados pelos membros da comunidade de pesquisa.

Desse modo, tanto os *tráfegos intracoletivos* quanto os *tráfegos intercoletivos* de pensamento tornam possíveis as mudanças e o dinamismo da investigação científica. Os primeiros levam ao fortalecimento das formações de pensamento; os últimos, devido aos deslocamentos de significado dos conceitos que ocorrem na troca intercoletiva dos pensamentos, trazem possibilidades de

produção de novos conhecimentos, o que possibilita mudanças (Schäfer; Schnelle, 2010).

Assim, na descrição dada por Fleck, um Estilo de Pensamento pode sofrer *mutações* e ser alterado, o que explica a dinamicidade na construção da ciência. No entanto, “Sempre há ideias, práticas, etc. que permanecem dentro de um estilo alterado” (Mößner, 2011, p. 368, tradução nossa). Consequentemente, não há interrupções repentinas no desenvolvimento histórico dos Estilos de Pensamento<sup>8</sup>.

Essa dinâmica dos processos de produção de conhecimento possibilitam uma análise precisa do Estilo de Pensamento e de suas características sociais gerais, bem como suas relações recíprocas.

Quando se olha o lado formal do universo científico, sua estrutura social é óbvia: vemos um trabalho coletivo organizado com divisão de trabalho, colaboração, trabalhos preparativos, assistência técnica, troca de ideias, polêmicas, etc. Muitas publicações mostram o nome de vários autores que trabalham em conjunto. [...] Há uma hierarquia científica, grupos, adeptos e adversários, sociedades e congressos, periódicos, instituições de intercâmbio etc. O portador do saber é um coletivo bem organizado, que supera de longe a capacidade de um indivíduo (Fleck, 2010, p. 85).

Para Fleck, é apenas por meio do estudo dessa atmosfera social que se torna possível a compreensão das motivações para o desenvolvimento de algumas pesquisas científicas.

### 2.3 A EPISTEMOLOGIA DE FLECK COMO REFERENCIAL DE ANÁLISE

A epistemologia de Ludwik Fleck vem sendo utilizada como referencial de análise em diferentes contextos. Na Educação em Ciências, por exemplo, Chicóira, Aires e Camargo (2018) analisaram as produções do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) entre os anos de 1997 a 2015, identificando 16 trabalhos que tratavam de maneira geral sobre a epistemologia

---

<sup>8</sup> Fato que diferencia completamente seu modo de compreender a ciência do modo kuhniano, já que este a compreende a partir de rupturas que produzem outro conhecimento, incomensurável com o anterior.

de Ludwik Fleck e a Educação em Ciências, o que demonstra sua receptividade e influência no contexto nacional de pesquisas na área.

Lorenzetti, Muenchen e Slongo (2018) investigaram a recepção da epistemologia Fleckiana pela pesquisa em Educação em Ciências no Brasil. Os autores identificaram 89 trabalhos que utilizaram a epistemologia de Fleck como referencial teórico, sendo que, desse total, 37 discutiam a Educação em Ciências. Esses últimos, foram aglutinados em torno de seis eixos: formação de professores, currículo, emergência de um fato científico, análise da produção acadêmica e relação de Fleck com outros autores.

Brandão (2015), em sua pesquisa desenvolvida no contexto de formação de professores de física, objetivou identificar possíveis modelos pedagógicos e caracterizar Estilos de Pensamento presentes no curso de licenciatura em física de uma universidade pública federal. Para tanto, entrevistou dez docentes e, para a análise dos dados, utilizou a epistemologia de Ludwik Fleck, identificando a presença de três Estilos de Pensamento distintos e que se inter-relacionavam entre si de forma mais ou menos intensa. Segundo a autora, a relevância do estudo se apresentou na compreensão dos Estilos de Pensamento que participam da dinâmica do curso de formação de professores em física.

Já Quaresma (2005), em sua dissertação de mestrado na área de Sociologia Política, analisou discursos que médicos e residentes que atendiam em um ambulatório de um Hospital Universitário articularam sobre o transtorno hipocondríaco/poliqueixoso, tendo por procedimento metodológico entrevistas estruturadas e semi-estruturadas. A autora utilizou como referencial de análise as categorias de Estilo de Pensamento (EP) e Coletivo de Pensamento (CP) de Ludwik Fleck, verificando que os médicos entrevistados estavam se constituindo como Objetos Fronteiras, configurando uma fusão entre vários CPs. A autora concluiu que dessa fusão já estaria surgindo um novo EP, que leva em consideração, além da dimensão biológica, as outras dimensões que são inerentes a todos os seres humanos.

Maeyama (2015), em sua tese na área de Saúde Coletiva, buscou identificar os aspectos que envolvem a escolha da especialidade médica em alunos egressos de medicina, que tiveram participação efetiva na graduação em

projetos na Atenção Básica. A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas semiestruturadas e a análise de dados foi realizada por meio da categoria Estilo de Pensamento, elaborada por Ludwik Fleck. O autor identificou a hegemonia de um Estilo de Pensamento com características voltadas para a especialidade focal e com visão mercantil sobre a profissão, porém com visão ampliada para abordagem dos problemas. De forma contra-hegemônica, o autor também identificou um Estilo de Pensamento voltado para a prática generalista integral, com caráter eminentemente público.

Guilhermette (2021), em sua dissertação de mestrado, buscou analisar as aproximações conceituais, e as divergências, existentes entre Thomas Kuhn e Ludwik Fleck, por meio de uma pesquisa do estado do conhecimento. A autora investigou dissertações e artigos que abordavam Fleck e Kuhn em um mesmo trabalho, tendo encontrado 11 pesquisas da área de saúde. Ela identificou como um dos principais problemas encontrados pelos pesquisadores a tendência positivista que norteia a formação em saúde, além de constatar que as categorias Fleckianas 'Coletivo e Estilo de Pensamento' foram as mais abordadas nos trabalhos analisados

Além disso, o Grupo de Pesquisa em Educação, História, Filosofia e Sociologia da Ciência, da Universidade Federal do Paraná, tem desenvolvido trabalhos utilizando Fleck como referencial epistemológico na análise de episódios históricos para tratar a NdC em aulas de Química. As pesquisas são desenvolvidas com o objetivo de promover uma melhor compreensão sobre a ciência entre estudantes da Educação Básica, utilizando como abordagem episódios históricos analisados à luz dos conceitos Fleckianos.

Um exemplo, é o trabalho de Oliveira e Aires (2023), no qual foi realizada uma pesquisa histórica documental a luz do referencial Fleckiano, com o objetivo de apresentar os mitos, apólogos e as controvérsias científicas encontrados na organização dos elementos químicos, mostrando que, por trás de um mito, geralmente há inúmeras controvérsias.

Dentro do mesmo Grupo de Pesquisa, Souza (2020), utilizou a epistemologia Fleckiana para analisar os pressupostos, fatores e contextos científico e histórico que levaram Linus Pauling a construir sua compreensão



sobre a 'Natureza da Ligação Química'. A autora teve como objeto de investigação fontes históricas primárias e secundárias, e pode identificar os conceitos de Fato Científico, Protoideia, Coletivo de Pensamento, Estilo de Pensamento e Circulação Intercoletiva de Ideias no processo de construção da história da ligação covalente. Como resultado da pesquisa, a autora conclui que Linus Pauling circulou por dois Coletivos e Estilos de Pensamento quanto aos saberes científicos, sendo um relacionado à estrutura da ligação química e outro em relação à teoria quântica.

Assim, a epistemologia de Fleck tem se constituído como um referencial importante para pesquisas em diferentes áreas, o que demonstra a sua fecundidade para a análise epistemológica de processos histórico-sociais. Pensamos, assim, a partir das categorias Fleckianas apresentadas anteriormente, ser possível compreender a dinâmica dos processos de produção de conhecimento em um Programa de Pós-Graduação em Química. Com isso, pretendemos constituir elementos que nos possibilitem delinear algumas características dos Estilos de Pensamento Químico, visando propósitos educacionais que permitam um melhor ensino e aprendizagem dessa ciência.

## CAPÍTULO III: PERCURSO METODOLÓGICO

### 3.1 NATUREZA DA PESQUISA

Este estudo tem como objetivo geral *caracterizar aspectos e processos envolvidos na construção dos Estilos de Pensamento de pesquisadores(as) e pesquisadores(as) em formação em um Programa de Pós-graduação em química de uma universidade pública brasileira*<sup>9</sup>. Trata-se de uma pesquisa descritiva com abordagem qualitativa, na qual procuramos realizar uma investigação empírica de fenômenos dentro de um contexto real e natural (Bogdan; Biklen, 1994; Lüdke; André, 1986).

Os métodos qualitativos se ocupam com um nível de realidade que não pode ser apenas quantificado. Normalmente, são usados quando o entendimento do contexto social e cultural, dos significados, dos valores, dos motivos, das aspirações, das crenças e das atitudes são elementos importantes para a pesquisa. Desse modo, o que se busca é a interpretação dos fenômenos segundo a perspectiva dos participantes da situação enfocada, sem se preocupar com representatividade numérica, generalizações estatísticas e relações lineares de causa e efeito (Minayo, 2009).

Nessa escolha de abordagem para a nossa investigação, procuramos valorizar a complexidade natural das situações no campo de pesquisa, buscando uma constituição de dados rica e variável, que possibilitasse uma maior teorização, bem como uma melhor exploração e compreensão dos resultados. Assim, nesse processo de busca por compreensões, optamos por adotar o método de pesquisa fenomenológico, pois consideramos ser esta uma estratégia de investigação em que o pesquisador procura identificar a essência de determinado fenômeno a partir de suas próprias percepções e de sua própria experiência. Neste trabalho, adotaremos a definição de fenômeno dada por

---

<sup>9</sup> Adotamos o sigilo do Programa de Pós-graduação investigado, uma vez que o anonimato dos sujeitos que participam das pesquisas deva ser preservado.

Neves (1999, p. 108): “é o que se mostra à consciência como resultado de uma investigação”.

Nesse sentido, assim como afirma Cresswell (2010), o método fenomenológico é emergente, ou seja, tem como propósito transferir o pesquisador para um ambiente que lhe é pouco ou nada familiar, fazendo com que esse experimente algumas sensações, problemas e percepções da população pesquisada.

Desse modo, no método fenomenológico, o pesquisador busca compreender de que maneira os sujeitos se relacionam com o fenômeno investigado (Galiuzzi; Souza, 2020). Dito em outras palavras, a pesquisa fenomenológica busca compreender de que maneira o fenômeno se apresenta ao sujeito enquanto intencionalidade.

Adotamos como premissa o fato de que, se pretendemos *compreender como ocorrem os processos de construção do conhecimento químico, e quais fatores podem influenciar esse processo*, um caminho adequado seria o de compreender essa dinâmica por meio do olhar sociológico proporcionado pela epistemologia Fleckiana.

Assim, na perspectiva de que podemos saber mais sobre o fenômeno investigado, em nossa pesquisa buscamos compreender a seguinte questão fenomenológica: *quais Estilos de Pensamento sobre os processos de construção do conhecimento químico se mostram no Coletivo de Pensamento dos químicos de um Programa de Pós-graduação em Química de uma universidade pública brasileira?*

Defendemos a tese de que por meio da análise das entrevistas realizadas com pesquisadores que atuam nesse Programa específico podemos localizar elementos que nos darão indícios de quais Estilos de Pensamento químico estão presentes nesse Coletivo de Pensamento quando estão produzindo conhecimento químico.

### 3.2 CONSTITUIÇÃO DOS DADOS

Visando alcançar nosso objetivo, na primeira etapa da pesquisa tivemos como objeto inicial as teses produzidas no Programa investigado. Esta ação teve como marco inicial o ano de publicação da primeira tese de doutorado do Programa e, como marco final, o período de realização desta pesquisa (o ano de 2022). Nestas teses iniciamos a análise das Seções *I) motivações, justificativas, objetivos; II) materiais e métodos e; III) resultados e discussão*, sendo o que foi apresentado no Exame de Qualificação.

Todavia, a partir dos dados que havíamos levantado, bem como, os diálogos ocorridos durante a Qualificação, decidimos mudar de objeto. Tal mudança se deu em função de considerarmos que não alcançaríamos o objetivo a que havíamos nos propostos, devido ao volume de informações que teríamos que analisar, e ao fato de que não conseguiríamos captar muitas nuances envolvidas nos processos de produção de uma tese, devido, por exemplo, a normas institucionais do Programa que fazem com que o conhecimento produzido seja apresentado dentro de certos padrões (estrutura de apresentação, análises quantitativas, número de páginas etc.), que não necessariamente refletem os fatores envolvidos em sua produção que desejávamos analisar. Ou seja, se nosso objetivo de pesquisa estava focado na análise dos **processos** de construção do conhecimento químico, realizar apenas a análise dos **produtos** resultantes desse processo não nos possibilitaria compreender quais fatores influenciam na constituição dos *Estilos de Pensamento químico* desse *Coletivo de Pensamento*.

A linguagem utilizada nesses trabalhos era, por assim dizer, demasiadamente hermética, com termos técnicos que impediam a análise que pretendíamos fazer, uma vez que as motivações, os valores e as crenças dos autores não eram explicitados naquela linguagem. Assim, conforme sugerido pela banca de qualificação, pensamos ser importante encontrarmos uma outra forma de investigar o referido Programa de Pós-Graduação.

A partir disso, decidimos mudar o objeto para somente as entrevistas com os professores-pesquisadores-orientadores, doutorandos e doutores egressos do Programa investigado, e adotar uma outra estratégia metodológica, levando em consideração o referencial Fleckiano.

A proposta de análise de nosso objeto passou a ser a partir das categorias Fleckianas de *Estilo de Pensamento* e *Coletivo de Pensamento*, *círculos esotéricos* e *exotéricos* e *harmonia das ilusões*. Ou seja, dentre os conceitos de Fleck, decidimos por aqueles que dizem respeito à esfera epistemológica e social de construção do conhecimento por uma comunidade de pesquisadores, por isso a opção por entrevistar os membros daquele *Coletivo de Pensamento*. Desse modo, estaríamos mais alinhados aos nossos objetivos de pesquisa, pois poderíamos compreender as motivações dos pesquisadores, suas crenças e valores, bem como suas percepções sobre a construção do conhecimento químico.

Tendo por base esta reestruturação metodológica, os dados foram constituídos a partir de entrevistas semiestruturadas realizadas com os professores-pesquisadores-orientadores, doutorandos e doutores egressos desse Programa.

A partir desta nova estratégia metodológica, consideramos poder nos aproximar fenomenologicamente de nosso objetivo de pesquisa, o qual consiste em *identificar quais Estilos de Pensamento sobre os processos de construção do conhecimento químico estão presentes naquele Coletivo de Pensamento investigado*, tornando possível novas percepções a respeito da química enquanto ciência e enquanto um modo de se relacionar com o mundo e, portanto, enquanto um modo de *perceber* o mundo.

### 3.2.1 Questões éticas

Para as pesquisas realizadas no Brasil que preveem a participação de seres humanos há a exigência de aprovação do projeto por um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), credenciado pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa

(CONEP). Esse processo prevê a assinatura de um Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), em que são informados os objetivos da pesquisa, o tempo previsto para a duração da entrevista, os possíveis riscos e a garantia de anonimato do entrevistado<sup>10</sup>, entre outras informações que se julguem importantes (Lombardi, et al., 2021). No TCLE, o pesquisador compromete-se eticamente com as condições de pesquisa nele expressas e coloca-se à disposição dos entrevistados, para esclarecimentos.

Para a participação na pesquisa, os sujeitos foram informados sobre o TCLE (Apêndice 1) e após a concordância, assinaram o termo. Foram informados quanto à garantia do sigilo e ao anonimato dos participantes, assim como do direito de retirar seu consentimento a qualquer tempo sem qualquer prejuízo. Não houve nenhuma compensação financeira aos participantes. Projeto de pesquisa com Certificado de Apresentação de Apreciação Ética 47544721.8.0000.0102.

### 3.2.2 Caracterização dos sujeitos da pesquisa

Os dados da pesquisa foram constituídos por amostras de três classes de pesquisadores do Programa investigado: 1. Professores-pesquisadores-orientadores; 2. Doutorandos; e 3. Doutores egressos.

A nossa escolha em entrevistar 1. Professores-pesquisadores-orientadores do Programa investigado se deu pelo fato de que, segundo Fleck, eles seriam portadores dos *Estilos de Pensamento químico* que pretendíamos investigar, sendo os responsáveis pela criação ou disseminação do *estilo* do *Coletivo de Pensamento* ao qual pertencem. Na perspectiva Fleckiana, eles seriam os integrantes do *círculo esotérico*.

---

<sup>10</sup> Qualquer pesquisa que envolve seres humanos pode trazer algum tipo de risco ou desconforto para os participantes. Assim, os sujeitos que participaram desta pesquisa foram devidamente alertados que poderiam optar por não participar dela. E, uma vez que esta pesquisa toca em questões que envolvem os motivos de escolha ou mesmo passagens da vida pessoal ou acadêmica dos entrevistados, os dados pessoais dos sujeitos foram omitidos, garantindo o anonimato dos participantes.

Para a seleção da amostra dos sujeitos que entrevistáramos nesta pesquisa procuramos, em um primeiro momento, utilizar como critérios de inclusão as áreas de concentração do programa, a saber: Físico-química, Química Analítica, Química Inorgânica e Química Orgânica. No entanto, com o decorrer da pesquisa, tornamo-nos cientes de que essas classificações não representam o modo como as pesquisas são efetivamente conduzidas naquele Programa, já que muitos pesquisadores atuam em mais de uma área de concentração. Portanto, essas delimitações não refletem, necessariamente, critérios segundo os quais as pesquisas são delimitadas, mas sim, atendem aos requisitos das chamadas de projetos de órgãos reguladores, como a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Diante disso, um outro critério que procuramos utilizar foram as linhas de pesquisa das quais os professores-pesquisadores-orientadores faziam parte. No entanto, verificamos que as pesquisas conduzidas dentro do Programa muitas vezes são realizadas de maneira conjunta entre as linhas de pesquisa, sendo que uma delimitação objetiva das fronteiras entre elas poderia fornecer uma imagem artificial sobre o real caráter de como os pesquisadores realizam suas investigações. Estaríamos, de antemão, determinando certas fronteiras epistemológicas que não se alinhariam à perspectiva de construção do conhecimento Fleckiano. O cenário investigado mostrou que os pesquisadores trabalham com projetos de pesquisa interdisciplinares, que envolvem a participação coletiva dos pesquisadores em diferentes linhas de pesquisa, em um processo dinâmico. Assim, concluímos que a seleção da amostra por linha de pesquisa poderia conduzir a resultados enviesados que não responderiam a nosso problema de pesquisa.

Nesse sentido, tomando novamente como base a epistemologia Fleckiana, assumimos que os portadores dos *Estilos de Pensamento químico* que procuramos identificar são os professores-pesquisadores-orientadores que estão há mais tempo atuando no Programa, já que o fator tempo é determinante na consolidação de um Estilo de Pensamento. Afinal, se o que pretendíamos com essa pesquisa era compreender como se dão os processos de construção de conhecimento nesse Programa, compreendemos que aqueles que atuam há

mais tempo nesse *locus* puderam consolidar com maior ênfase seus grupos de pesquisa, projetos, parcerias, bem como publicações na área.

Assim, compreendemos que um Programa de Pós-Graduação que forma doutores possui *coletivos de pensamento* estabelecidos há mais tempo, com produção de conhecimentos que já circulam em publicações e eventos das áreas. Esse processo formativo fortalece e enriquece os coletivos de pensamento existentes, já que assim, o *círculo esotérico* é expandido. Desse modo, um dos critérios de seleção foi o tempo de atuação no Programa, pois entendemos que a orientação e formação de novos pesquisadores passa pelo processo de ampliação do círculo esotérico, cujos responsáveis são os professores-pesquisadores-orientadores.

Ademais, um outro critério de seleção utilizado foi o número de orientações de doutorado concluídas pelos professores-pesquisadores-orientadores até fevereiro de 2022, delimitado pelo período de realização desta pesquisa. A opção pelo número de orientações de doutorado se deu por entendermos que esse é um momento no qual os laços intelectuais, hierarquizados, entre orientador e orientado se estreitam, fazendo com que o modo de ver direcionado, característico do Estilo de Pensamento, seja cada vez mais próximo e alinhado entre o especialista e o iniciado. Há, desse modo, uma consolidação entre o perceber orientado, as questões específicas que são levantadas e as soluções encontradas, que conferem predisposições intelectuais e hábitos ao orientado. O que consolida um determinado Coletivo de Pensamento na relação entre orientado e orientador.

Os aspectos formais vinculados ao processo de doutoramento, como aqueles relacionados ao número de créditos acadêmicos a serem realizados, a publicações, participação em grupos de pesquisa, e disciplinas cursadas, são uma imersão profunda no *Estilo de Pensamento* ao qual os iniciados se filiarão. Assim, levando-se em consideração que o doutoramento é o processo pelo qual se constitui uma tese, o condicionamento do Coletivo de Pensamento sobre o indivíduo fortalece o ver formativo e orientado sobre o qual se refere Fleck.

Compreendemos, desse modo, que o orientador é o portador de determinado *Estilo de Pensamento*, sendo que a consolidação e cristalização



desse estilo se dá com o passar do tempo, por meio de problemas de pesquisa, métodos de investigação e referenciais teóricos que vão se tornando canônicos, e que são transmitidos a outras gerações por meio das orientações.

Assim, a partir de um levantamento com todos os professores efetivos do Programa investigado<sup>11</sup>, que levou em consideração o tempo de atuação e o número de orientações de doutorado concluídas, selecionamos uma amostra de 24 professores-pesquisadores-orientadores para a realização das entrevistas. Como critérios de seleção, optamos por selecionar aqueles que tinham ao menos 4 orientações de doutorado concluídas, e que atuassem há mais de 10 anos no Programa investigado. Da seleção inicial da amostra de 24 professores-pesquisadores-orientadores, 9 aceitaram o convite<sup>12</sup>. Um dos convidados recusou o convite, e os outros 14 não responderam ao correio eletrônico.

Em relação aos sujeitos 2. Doutorandos, eles corresponderam aos iniciados a esse *círculo esotérico*. Consideramos esse grupo como aqueles que estão em processo de iniciação ao *Estilo de Pensamento* e que, portanto, se situam entre o *círculo esotérico* e o *exotérico*. O critério de seleção consistiu em serem indicados por seus orientadores (disseminadores dos Estilos de Pensamento), uma vez que, na epistemologia Fleckiana, é no interior de um *Coletivo de Pensamento* que se dá a formação do iniciado. Assim, cada professor-pesquisador-orientador indicou um doutorando para a realização das entrevistas. Os convites foram enviados para os 9 orientandos de doutorado indicados pelos professores-pesquisadores-orientadores (Objeto1). Deste total, 6 responderam ao convite e aceitaram participar da pesquisa.

E, por fim, optamos por entrevistar também os 3. Doutores egressos do Programa investigado, ou seja, aqueles que passaram a fazer parte do *círculo esotérico*, buscando compreender como ocorreu o processo de formação desses profissionais, e quais suas perspectivas futuras e visões sobre a química e sobre

---

<sup>11</sup> As informações sobre os sujeitos foram obtidas a partir da página eletrônica do Programa, bem como as informações do currículo Lattes.

<sup>12</sup> Uma pesquisa semelhante foi realizada por Wu e Erduran (2022), na qual entrevistaram pesquisadores das áreas 'duras', e procuraram estabelecer relações entre questões da Natureza da Ciência e as percepções dos pesquisadores em relação ao fazer científico. Nessa pesquisa, dentre mais de 100 pesquisadores convidados a participarem do estudo, apenas 17 aceitaram o convite.

como esse conhecimento é construído. Foram entrevistados os doutores que haviam concluído seu doutoramento há menos tempo, e que foram orientados pelos professores-pesquisadores-orientadores entrevistados.

Com essas entrevistas, buscamos compreender como se dá a inserção dos doutores egressos do Programa investigado em outros coletivos de pensamento, e quais suas formas de atuação e compreensões sobre o conhecimento químico enquanto profissionais. Como critério de seleção, optamos pelos dois últimos doutores egressos orientados pelos professores-pesquisadores-orientadores entrevistados. Essa escolha se deu, em parte, pela maior probabilidade de aceite do convite por parte dos doutores egressos, já que a pesquisa dizia respeito ao vínculo que tiveram com o Programa. De um total de 18 convites enviados, 7 responderam ao correio eletrônico enviado e aceitaram participar da pesquisa.

Para fins de garantir a confidencialidade e a privacidade dos participantes da pesquisa, os sujeitos dessa pesquisa são apresentados por um código<sup>13</sup>. O processo de codificação utilizado para a identificação dos sujeitos da pesquisa é apresentado na análise dos dados.

### 3.2.3 Procedimentos para a realização das entrevistas semiestruturadas

O contato inicial com o objeto 1 se deu via correio eletrônico, seguindo os parâmetros estabelecidos junto ao comitê de ética. Foram enviados convites individuais para os professores-pesquisadores-orientadores, convidando-os a participarem da pesquisa de maneira presencial ou via plataforma digital. A data

---

<sup>13</sup> Assim como na pesquisa realizada por Maeyama (2015), que procurou identificar Estilos de Pensamento na escolha da especialidade médica de egressos de um curso de medicina, optamos por não apresentar dados pessoais dos entrevistados, procurando evitar que pudessem ser identificados, causando qualquer tipo de constrangimento. Em nosso caso, de um total de 96 possíveis candidatos para as entrevistas (24 professores-pesquisadores-orientadores, 24 doutorandos e 48 doutores egressos), apenas 22 aceitaram participar da pesquisa. Ou seja, aproximadamente 23% da amostra planejada no desenho metodológico inicial. Esses resultados mostram algumas das dificuldades que tivemos para a realização dessa pesquisa, já que supomos, inicialmente, um número maior de participantes. No entanto, consideramos que os dados obtidos foram suficientes para a identificação dos Estilos de Pensamento que buscamos caracterizar com essa pesquisa.

e horário da realização da entrevista foi definida segundo a adequação à agenda dos professores-pesquisadores-orientadores, sendo informado que essa teria duração máxima de uma hora<sup>14</sup>.

A constituição dos dados foi realizada por meio de entrevistas com roteiro semiestruturado que, a partir de questionamentos apoiados na epistemologia química e na teoria Fleckiana, valorizou tanto a presença do investigador quanto a do entrevistado. Esse processo enriqueceu a pesquisa, favorecendo a descrição, a explicação e a compreensão dos fenômenos investigados (Triviños, 1987).

Segundo Triviños (1987), a entrevista semiestruturada possibilita uma flexibilidade investigativa, fruto de novas hipóteses que vão surgindo à medida que o entrevistado expõe seus pontos de vista, perspectivas e percepções. Esse processo permite que o entrevistado siga a linha de seu pensamento e de suas experiências, dentro do foco colocado pelo investigador, o que contribui para a sua participação efetiva na pesquisa. Além disso, a entrevista semiestruturada possibilita a comparação entre os entrevistados, já que apresenta um guia para a entrevista semelhante para todos os entrevistados.

Para as entrevistas semiestruturadas, foram elaborados três roteiros, compostos por 2 (dois) blocos temáticos cada um. Utilizamos um roteiro para 1. Professores-pesquisadores-orientadores; (Apêndice 2); um roteiro para 2. (Doutorandos (Apêndice 3); e um outro roteiro para 3. Doutores egressos (Apêndice 4).

Os blocos temáticos diziam respeito: *1. Aos problemas de pesquisa em química e; 2. À epistemologia química.* Para a elaboração das questões presentes nos blocos, valemo-nos dos referenciais oriundos da Filosofia da Química, procurando nos ater aos aspectos sociais e epistemológicos desta ciência. No Bloco 1: problemas de pesquisa em química, o foco das questões foram as principais motivações dos pesquisadores para a determinação dos problemas de pesquisa que decidem investigar, e como as pesquisas realizadas

---

<sup>14</sup> No momento de envio do convite aos participantes, via correio eletrônico, informávamos o tempo previsto de duração da entrevista. Esse fator foi fundamental para o aceite, já que trazia uma previsão do tempo necessário para a realização da entrevista, o que permitia aos entrevistados se organizarem e se planejarem dentro das atividades que realizavam.

pelos pesquisadores impactam e são impactadas pelo contexto no qual são desenvolvidas. No Bloco 2: epistemologia química, buscamos compreender os objetivos apresentados pelos pesquisadores em química ao realizarem suas investigações.

As entrevistas foram realizadas entre os meses de fevereiro e julho de 2022. Cada uma delas teve duração média de 50 (cinquenta) minutos, foram gravadas e posteriormente transcritas para análise, com aviso e consentimento prévio dos participantes.

Buscando uma maior confiabilidade do instrumento de pesquisa, realizamos uma entrevista piloto com um participante da pesquisa, que atendia aos critérios estabelecidos para a seleção da amostra (Dias; Silva, 2020; Zaccaron; D'ely; Xhafaj, 2018). A entrevista piloto possibilita ao pesquisador avaliar se o roteiro ou outros instrumentos estão adequados aos objetivos da pesquisa e se o planejamento das entrevistas preenche os requisitos de fidedignidade e de validade exigidos em um trabalho científico (Lakatos; Marconi, 2003).

Com base nas orientações de Lombardi et al. (2021), entrevistamos inicialmente um dos sujeitos da pesquisa, visando calibrar o instrumento de pesquisa. Nesse processo, analisamos a coerência na sequência de questões apresentadas, e o quanto elas forneciam de subsídios para responder ao nosso problema de pesquisa. A intenção foi verificar a clareza das perguntas presentes no questionário, além de eventuais inconsistências e redundâncias. Como não foi observado maiores problemas com o instrumento, o resultado da entrevista foi utilizado no processo de constituição e análise dos dados. Diante disso, decidiu-se por dar continuidade às entrevistas com os outros participantes.

O roteiro da entrevista buscou apreender aspectos relacionados às vivências e percepções dos entrevistados sobre o ambiente acadêmico, a formação de novos pesquisadores, a visão sobre a construção do conhecimento químico e sobre como as pesquisas são conduzidas no Programa. Destacamos que, apesar de no momento da entrevista termos utilizado o roteiro como guia norteador, não nos limitamos a uma prescrição rígida para os questionamentos. O nosso objetivo na condução da entrevista foi o de permitir que os entrevistados

expressassem seus pontos de vista sobre as questões de maneira espontânea, buscando deixá-los dissertar livremente sobre as questões apresentadas.

Assim, não seguimos rigidamente e sequencialmente as questões como estas se apresentavam no roteiro, já que as entrevistas semiestruturadas, como sugerem Bogdan e Biklen (1994), permitem o esclarecimento de possíveis dúvidas sobre as respostas dos sujeitos no momento da entrevista. Tomamos o roteiro como base, de modo a induzir coerência entre o conteúdo das respostas dadas pelos entrevistados e a sequência de questões que constavam no roteiro. Compreendemos, assim, que a divisão em blocos que adotamos para a construção do roteiro foi muito frutífera, pois permitiu ao entrevistador explorar as questões presentes no roteiro segundo as respostas dadas pelos entrevistados. Isso nos permitiu conhecer diferentes perspectivas sobre as pesquisas em química, e sobre como estas são desenvolvidas a depender do pesquisador.

Gostaríamos também de salientar o fato de que, em algumas entrevistas, nem todas as perguntas do questionário fizeram parte das entrevistas, pois muitas das respostas dadas pelos entrevistados em questões anteriores já contemplavam o que seria perguntado. Realizar uma pergunta cujo conteúdo já havia sido contemplado pelo interlocutor poderia tornar a entrevista cansativa e repetitiva, prejudicando a qualidade das respostas.

Optamos por tentar nos ater às questões de cada bloco que mais se alinhavam com o conteúdo da entrevista, conforme enunciada pelos nossos interlocutores. Isso nos permitiu estabelecer um diálogo profícuo, no qual, a nosso ver, os entrevistados se sentiram confiantes em dizer aquilo que pensavam, suas opiniões e perspectivas, segundo as quais compreendiam o conhecimento químico e suas múltiplas facetas.

Compreendemos, assim como afirma Lombardi et al. (2021), que as entrevistas semiestruturadas partem de um número de questões que são suficientes para abranger os itens de interesse definidos pelo pesquisador e suficientemente aberto para permitir a livre expressão do informante conforme aqueles parâmetros.

Nesse sentido, procuramos nos ater a um olhar em perspectiva de nossos entrevistados, buscando respeitar diferentes olhares sobre como o conhecimento químico é produzido. Sendo assim, tomamos a liberdade, sempre quando possível, adequado e coerente, de investigarmos mais a fundo alguns pontos levantados pelos sujeitos em suas respostas, procurando explorar significados por eles atribuídos às atividades que realizavam, e aos pensamentos que tinham sobre determinado assunto (e sobre o qual demonstravam interesse e entusiasmo).

Pensamos que essas nuances nos proporcionaram um espectro de perspectivas sobre o conhecimento químico, e sobre o fazer científico de maneira geral, que nos permitiu avançar em novas questões, novos sentidos e significados para o fenômeno investigado. Desse modo, compreendemos que a entrevista semiestruturada nos possibilitou abordar os assuntos de interesse da pesquisa, mas também foi suficientemente flexível para permitir que os sujeitos derivassem suas reflexões para temáticas ou questões relacionadas, trazendo outros ângulos do problema que haviam escapado ao pesquisador.

### 3.3 ANÁLISE DOS DADOS: O OLHAR DA ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA (ATD)

Levando em conta a nossa questão de pesquisa, essencialmente fenomenológica, consideramos coerente a opção por uma metodologia de análise que nos possibilitasse a compreensão de determinado fenômeno a partir de diferentes percepções, como é o caso da Análise Textual Discursiva (ATD): “a análise textual discursiva corresponde a uma metodologia de análise de dados e informações de natureza qualitativa com a finalidade de produzir *novas compreensões* sobre fenômenos e discursos” (Moraes; Galiazzi, 2007, p. 7, grifo nosso).

É nesse sentido que a ATD, segundo Bartelmebs (2020), implica uma mudança na perspectiva daquele que pesquisa. A partir da ideia de outros, de diferentes pontos de vista, surge a possibilidade da emergência de novas compreensões. Conforme nos alerta Moraes (2020), para que a ATD faça

sentido, é necessário que haja um questionamento de conhecimentos existentes, instigando a desorganização e a desconstrução, seguidas de categorização e reorganização. A ATD é o espaço para a criação e produção de novas ordens e novas compreensões.

Assim, as reconstruções obtidas por meio dos movimentos entre análise e síntese possibilitam o conhecer de forma mais complexa e sob outro olhar, o que amplia os limites da própria compreensão. É desse modo que “os caminhos reconstrutivos da ATD vão de pré-compreensões para entendimentos e interpretações cada vez mais complexas, em uma aproximação de objeto e sujeito, *partindo-se de dentro destes para examinar os fenômenos*” (Moraes, 2020, p. 600, grifo nosso).

Compreendemos a ATD como um processo integrado que se propõe a fazer uma leitura rigorosa e aprofundada de conjuntos de materiais textuais, com o objetivo de descrevê-los e interpretá-los no sentido de atingir uma compreensão mais complexa dos fenômenos e dos discursos a partir dos quais foram produzidos (Moraes; Galiuzzi, 2007).

A ATD procura nos entremeios da Análise de Conteúdo de Bardin (2011) e da Análise de Discurso de Orlandi (1999) seu território. Buscando o rigor e cientificidade da Análise de Conteúdo e a subjetividade inerente à Análise de Discurso, a ATD procura aprofundar a compreensão dos fenômenos que investiga.

Em nosso caso, buscamos compreender um fenômeno que é percebido a partir de um Programa de Pós-Graduação em Química de uma universidade pública brasileira, local no qual o conhecimento químico é construído por pesquisadores em química. Assim, por meio da ATD, pudemos lançar novas ‘tempestades’ de compreensão sobre o fenômeno investigado. O que pretendíamos era superar concepções herdadas da tradição sobre o conhecimento químico e seus processos de produção.

### 3.3.1 Análise das entrevistas a partir da ATD

Neste tópico delineamos os procedimentos metodológicos relativos ao uso da ATD como metodologia de análise de dados, a partir da qual buscamos identificar e caracterizar os Estilos de Pensamento Químico presentes naquele Programa, bem como os processos de produção de conhecimento daquele *Coletivo de Pensamento*.

O processo de análise da ATD constitui-se em quatro etapas, a saber: I) Preparação das Informações; II) Unitarização ou transformação do conteúdo em Unidades; III) Categorização ou classificação das Unidades em categorias; e IV) construção do Metatexto.

#### I) Preparação das informações

A Etapa I da ATD refere-se à *Preparação das Informações*. Nesta etapa, criamos um código para cada entrevistado, de modo a facilitar a localização do material das entrevistas que originou as *Unidades de Contexto* e de *Significado*. Portanto, cada sujeito entrevistado recebeu um código. Desse modo, no caso de 1. Professores-pesquisadores-orientadores, utilizamos o código PPO1, PPO2...e assim sucessivamente. Da mesma maneira para 2. Doutorandos, são apresentados por D1, D2.... Para 3. Doutores egressos, são apresentados códigos de dois dígitos, E1.1, E1.2..., onde o primeiro número representa o mesmo código do orientador, e o segundo número a ordem de entrevista do doutor egresso (já que em um caso, tivemos dois doutores egressos entrevistados que tiveram o mesmo orientador). O Quadro 1 ilustra essa relação entre professores-pesquisadores-orientadores, doutorandos e doutores egressos, bem como a respectiva codificação.



QUADRO 1 - RELAÇÕES ENTRE PROFESSORES-PESQUISADORES-ORIENTADORES, DOUTORANDOS E DOUTORES EGRESSOS

Professor-pesquisador-orientador	Doutorando	Doutor egresso	
PPO1	D1	E1.1	
PPO2	D2	x	
PPO3	x	E3.1	
PPO4	D4	E4.1	
PPO5	x	x	
PPO6	D6	E6.1	
PPO7	D7	E7.1	E7.2
PPO8	D8	E8.1	
PPO9	x	x	

FONTE: Elaborado pelo autor (2024)

A partir da Preparação das Informações, pudemos iniciar a leitura na íntegra das entrevistas, buscando encontrar *Unidades de Significado* que nos permitissem iniciar a identificação e a caracterização dos Estilos de Pensamento Químico. A seguir, apresentamos a segunda etapa da ATD.

## II) Unitarização ou transformação do conteúdo em Unidades de Significado

A Etapa II do processo de análise é a *Unitarização*, ou seja, a divisão do corpus de análise em pequenos trechos ou *Unidades de Significado*. São as primeiras impressões que o pesquisador tem a respeito do fenômeno investigado. Para essa etapa, o código utilizado foi o mesmo daquele utilizado para os sujeitos, seguido da ordem sequencial da Unidade de Significado. Para a constituição das Unidades de Significado que constituem o corpus desta pesquisa, foram extraídos trechos das entrevistas que nos pareceram relevantes para a identificação dos elementos que caracterizam os Estilos de Pensamento Químico.

Essas Unidades de Significado foram reunidas por aproximação de sentido, o que deu origem às categorias apresentadas neste trabalho. O Quadro

2 exemplifica esse processo, no qual são apresentados o *Código da Unidade de Significado*, e a *Unidade de Contexto e de Significado*, que corresponde ao trecho que contextualiza a Unidade de Significado, a qual aparece em destaque.

QUADRO 2 - PROCESSO DE UNITARIZAÇÃO DO CORPUS NA ATD

Código	Unidade de Contexto e de Significado
PPO1.06	Claro, a gente vai publicar, mas o publicar deveria ser uma consequência do que você faz. Uma consequência, e não o seu objetivo principal...“publicar a qualquer custo”. <b>Hoje é assim, você tem que publicar a qualquer custo.</b> Mas não é isso, deveria ser uma consequência <sup>15</sup> .
PPO4.07	[...] eu não sou muito adepto daquela <b>lógica de produção, aquela coisa produtivista excessiva.</b> Muitas vezes eu prefiro me preocupar muito mais com o aluno, com a questão do que o aluno está aprendendo, no mestrado dele, no doutorado dele, do que propriamente com o artigo final que vai sair.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Devido ao grande volume de informações decorrentes do processo da pesquisa, nas análises dos resultados foram apresentadas Unidades de Contexto e de Significado mais representativas de cada uma das categorias descritas na Etapa III, de modo a fornecer subsídios para que o leitor possa identificar a relação entre as categorias e as Unidades de Significado que as originaram<sup>16</sup>.

### III) Categorização ou classificação das *Unidades de Significado* em Categorias

A Etapa III da ATD é a *classificação em Categorias*, isto é, um conjunto de categorias que possibilitam reunir por aproximações as *Unidades de Significado*.

Nesta pesquisa, tal categorização teve por objetivo iniciar aproximações visando a identificação de Estilos de Pensamento Químico daquele Coletivo de Pensamento estudado. Assim, as entrevistas foram lidas buscando identificar *Unidades de Significado* que nos permitissem esta categorização.

<sup>15</sup> As normas utilizadas para transcrição das entrevistas encontram-se no APÊNDICE 6.

<sup>16</sup> Uma lista com todas as Unidades de Significado organizadas por Blocos encontra-se no APÊNDICE 5.

Para a realização desse processo, partimos do pressuposto de que a produção de conhecimento se dá por meio de intencionalidades e escolhas metodológicas, não havendo, portanto, a possibilidade de um conhecimento neutro. Assim, adotamos a perspectiva de que a produção de conhecimento é sempre objetivada a partir dos pressupostos teóricos e metodológicos tacitamente incorporados pelo pesquisador por meio do pertencimento a um Coletivo de Pensamento. E, por esse motivo, é que pudemos, a partir das *Unidades de Significado* identificadas nas entrevistas, constituir categorias de análise que nos possibilitariam a identificação de Estilos de Pensamento Químico daquele Programa investigado.

Gostaríamos de salientar que optamos por não utilizar categorias *a priori*, já que, parece-nos, classificariam de antemão nossas *Unidades de Significado*. Ao invés disso, demos preferência ao olhar fenomenológico oferecido pela ATD, para que o objeto de pesquisa nos possibilitasse a identificação de *Categorias Emergentes*.

Para a realização desse processo, atemo-nos aos blocos temáticos referentes às entrevistas semiestruturadas, a fim de organizar as *Unidades de Significado* por aproximações de sentido, buscando compor as *Categorias*. Desse modo, as Unidades de Significado foram agrupadas segundo dois blocos temáticos: 1. *problemas de pesquisa em química*; 2. *epistemologia química*.

Assim, tendo por base a metodologia de análise utilizada, a Etapa II, denominada de *Unitarização*, gerou as *Unidades de Significado*. A partir dessas Unidades de Significado, na Etapa III, foram elaboradas *Categorias Emergentes*, estruturadas a partir da aproximação por sentidos expressos nas Unidades de Significado. Por fim, na Etapa IV, as *Categorias Emergentes* deram origem aos *Metatextos*, que são parágrafos-síntese de descrição e interpretação das *Categorias Emergentes*, elaborados a partir do diálogo com interlocutores teóricos.

Apresentamos, a seguir, os resultados desta pesquisa, obtidos a partir das análises das entrevistas realizadas com os professores-pesquisadores-orientadores, com os doutorandos e com os doutores egressos do Programa investigado.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Apresentamos, neste capítulo, os resultados obtidos com esta pesquisa. A partir da identificação e análise das Unidades de Contexto e de Significado dos 1. Professores-pesquisadores-orientadores, 2. Doutorandos e 3. Doutores Egressos, elaboramos Categorias Emergentes para cada um dos dois blocos, a saber, **Bloco 1: problemas de pesquisa em química** e **Bloco 2: epistemologia química**. Essas Categorias foram apresentadas e quantificadas<sup>17</sup> em Quadros, de acordo com a sua recorrência. Durante o processo de análise, apresentamos *Unidades de Significado* que exemplificam o sentido de cada uma das categorias.

As Categorias Emergentes são apresentadas de acordo com os blocos 1 e 2 e de acordo com os sujeitos entrevistados: **1. Professor-pesquisador-orientador (PPO)**; **2. Doutorandos (D)**; **3. Doutores Egressos (E)**, conforme descrito no Quadro 3.

QUADRO 3 - CATEGORIAS EMERGENTES DOS BLOCOS 1 E 2

Sujeitos	Categorias Emergentes do Bloco 1: Problemas de pesquisa em química	Categorias Emergentes do Bloco 2: Epistemologia química
PPO	Desenvolvimento de ciência e tecnologia orientadas pela concepção linear de progresso	Desenvolvimento de conhecimento químico visando a transformação da natureza para atender necessidades humanas
	Desenvolvimento de ciência e tecnologia orientadas por questões sociais	
D	Desenvolvimento de ciência e tecnologia visando o setor produtivo	Otimização de processos naturais via síntese química
	Desenvolvimento de ciência e tecnologia visando questões sociais	
E	Desenvolvimento de ciência e tecnologia orientadas por questões de sustentabilidade e de saúde	Desenvolvimento de conhecimento químico segundo uma perspectiva tecnocientífica

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Apresentamos, a seguir as **Categorias Emergentes** e os respectivos **Metatextos do Bloco 1: Problemas de pesquisa em química**.

<sup>17</sup> A quantificação das Categorias teve como objetivo orientar a identificação da predominância dos Estilos de Pensamento Químico presentes no Programa de Pós-graduação investigado.

#### 4.1. RESULTADOS BLOCO 1: PROBLEMAS DE PESQUISA EM QUÍMICA

A seguir, são apresentadas as Categorias Emergentes do **Bloco 1: Problemas de pesquisa em química**, referentes às respostas dos professores-pesquisadores-orientadores (PPO), doutorandos (D) e doutores egressos (E) referentes.

##### 4.1.1 Categorias Emergentes dos Professores-pesquisadores-orientadores referentes ao Bloco 1

Como resultado do processo de análise e categorização do Bloco 1: problemas de pesquisa em química, identificamos duas Categorias Emergentes para os 1. Professores-pesquisadores-orientadores, que podem ser observadas no Quadro 4:

QUADRO 4 - CATEGORIAS EMERGENTES DO BLOCO 1 PPO: PROBLEMAS DE PESQUISA EM QUÍMICA

Resumo perguntas Bloco 1	Categorias Emergentes	Nº Unidades de Significado
Principais motivações para a determinação dos problemas de pesquisa que o grupo investiga	Desenvolvimento de ciência e tecnologia orientadas pela concepção linear de progresso	99
	Desenvolvimento de ciência e tecnologia orientadas por questões sociais	21

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A partir da análise do **Bloco 1: problemas de pesquisa em química**, consideramos ser possível argumentar que nas respostas aos questionamentos sobre as principais motivações para a determinação dos problemas de pesquisa investigados pelos professores-pesquisadores-orientadores, pudemos identificar duas Categorias Emergentes (Quadro 4), que podem refletir os *Estilos de Pensamento* sobre os processos de construção do conhecimento químico destes.

4.1.1.1 Metatexto [Bloco 1 PPO] Categoria 1: Desenvolvimento de ciência e tecnologia orientadas pela concepção linear de progresso.

Sobre a pergunta norteadora do **Bloco 1: Principais motivações para a determinação dos problemas de pesquisa que o grupo investiga**, a Categoria Emergente com maior incidência nas falas correspondeu a ***Desenvolvimento de ciência e tecnologia orientadas pela concepção linear de progresso.***

Os sujeitos entrevistados, ao responderem sobre suas principais motivações, relataram que *os problemas de pesquisa em química e a respectiva produção de conhecimento químico deve ter como finalidade promover o progresso da sociedade, segundo a seguinte concepção linear de desenvolvimento: as pesquisas básicas geram o desenvolvimento de pesquisas aplicadas; as pesquisas aplicadas promovem o desenvolvimento de objetos químicos com caráter tecnológico; os objetos químicos tecnológicos impulsionam o desenvolvimento econômico; o desenvolvimento econômico proporciona o bem-estar social e o progresso da sociedade.*

Para os sujeitos que apresentaram essa concepção, a produção de conhecimento químico pode, em algum momento, promover o desenvolvimento econômico, social e ambiental da sociedade, por meio da utilização de seus produtos, os objetos químicos, em diversos setores da sociedade. Os argumentos apresentados por PPO6 e PPO8 sobre a importância da relação do conhecimento químico produzido nas universidades com a indústria traz uma perspectiva de que o principal demandante do conhecimento químico é o setor produtivo, já que este seria o responsável por tornar os objetos químicos disponíveis à sociedade, atuando como um intermediário entre a academia e o mercado.

Então, a indústria química tem uma relação direta...**a indústria química tem um papel fundamental no desenvolvimento de um país...**e, mas...ela se expande pra área farmacêutica, pra agroindústria, automobilística, combustíveis, energia, então ela permeia diversos pontos, né? A universidade tem que ter uma relação direta com o setor produtivo, pra ocorrer essa transferência, o conhecimento não pode ficar preso dentro da universidade, gerando por si (PPO6.03).

Por exemplo, eu tenho uma empresa, uma indústria de...vou te dar um exemplo fictício aqui, eu tenho uma indústria que produz pneu. O meu pneu tá...o tempo de vida dele tá 20% menor do que deveria ser e eu estou perdendo competitividade. Por que é que meu pneu está acabando antes do que o dos meus concorrentes? Eu não estou conseguindo resolver isso na minha indústria. A universidade pode me ajudar com isso. E eu estou falando da Química, especificamente. **Então, isso é um tipo de serviço que a universidade presta pra indústria, que no fundo está prestando para a sociedade, porque vai levar um produto melhor para a sociedade, vai gerar...a indústria vai crescer, e com isso vai gerar mais empregos, e etc.** Mas isso é um trabalho que não é um trabalho científico, propriamente dito. É uma prestação de serviço, que tira proveito do conhecimento científico que existe na universidade (PPO8.21).

Essa perspectiva justificaria o desenvolvimento de pesquisas básicas, as quais têm como propósito fazer avançar o conhecimento em uma perspectiva interna à própria química, já que, posteriormente, esse conhecimento poderia ser convertido em produtos cujas propriedades seriam mais aderentes às necessidades sociais. Assim, segundo o argumento apresentado por PPO8, seria graças ao desenvolvimento de pesquisas básicas que as pesquisas aplicadas poderiam ser desenvolvidas, sendo estas, ao final, as grandes responsáveis pelos avanços científicos dos quais a sociedade poderia se beneficiar:

Então, assim, conhecimento sempre vai ser usado por alguém. Às vezes, nesse momento aqui, você está...qual é a utilidade disso que você está fazendo aqui? Ainda não sei...seria a Ciência básica, né? **Em algum momento isso vai ser útil pra alguma coisa aplicada.** Então, eu não vejo essa diferenciação, eu acho isso uma bobagem muito grande. Primeira coisa. Segunda coisa é: a minha Ciência, então, ela tem aplicação direta hoje, e ela tem conhecimento básico. Então ela vai para os dois lados. A minha Ciência, eu trabalho na área de Química de materiais, a parte básica é aprender a preparar materiais diferentes. A parte aplicada é o que esses materiais diferentes podem ser úteis...onde esses materiais diferentes podem ser úteis? Em algumas áreas que eu gosto muito, que é a área de energia, baterias e fotovoltaico, um pouquinho de catálise, e sensores, em colaboração com algumas pessoas. Então, é um trabalho científico que tem aplicação direta (PPO8.22).

Desse modo, ao desenvolverem pesquisas - sejam elas básicas ou aplicadas - que possam ter como resultado objetos químicos com propriedades que atendam às demandas da sociedade (como aquelas relacionadas a questões energéticas ou ambientais), os professores-pesquisadores-orientadores investigados apresentaram uma perspectiva de que a ciência, em especial a química, seria a grande responsável pelo progresso da sociedade.

No entanto, para esses pesquisadores, em um segundo momento, os resultados dessas pesquisas devem ser convertidos em tecnologia, por meio da incorporação de qualidades que tornariam os objetos químicos superiores aos já existentes em sociedade, em uma relação de proximidade com o setor produtivo. Nesse sentido, segundo a perspectiva apresentada PPO3, as pesquisas realizadas nas universidades deveriam ser financiadas pelo setor produtivo, já que, assim, essa relação entre as pesquisas básicas e o desenvolvimento de novas tecnologias para a sociedade poderia ser fortalecida, e o cidadão, beneficiado:

O que a gente tem, com certeza, isso com certeza, é a falta, um pouco mais, de apoio. A gente não tem tanto apoio, por exemplo, a minha opinião, que hoje você ter pesquisas financiadas pelo governo, ainda, nesse século, eu acho um absurdo! Eu acho que deveria ter tido aí, um pouco mais de...mas isso é um problema político, de voto, e tal. **Eu acho que quem deveria financiar a pesquisa, seria muito mais as indústrias, que precisam justamente inovar em relação a produto, a quaisquer outras coisas, né?** (PPO3.13).

De acordo com os entrevistados, ao incorporarem novas propriedades, características e funcionalidades, os objetos químicos desenvolvidos nas pesquisas poderiam impulsionar a economia, sendo esta uma das responsáveis pela melhoria nas condições de vida da população. Devido à proximidade da ciência química com o setor produtivo, a lógica que subjaz esse modelo de se fazer ciência “concebe o processo de desenvolvimento de novas formas de utilização prática do conhecimento como necessariamente tendo origem na investigação de natureza básica” (Weinberg; Jorge; Jorge, 2009, p. 748). Assim, motivados pelas possibilidades de aplicação do conhecimento químico, muitas pesquisas desenvolvidas no Programa investigado são orientadas por uma perspectiva de **concepção linear de desenvolvimento**.

Segundo a nossa análise, a perspectiva apresentada pelos sujeitos investigados é a de que o conhecimento químico pode oferecer soluções para questões de saúde, meio ambiente, agricultura, energia, transporte, dentre outros, e por essa razão, a química seria uma das grandes responsáveis pela melhoria das condições materiais e pelo progresso da sociedade. Como, historicamente, esta ciência apresenta uma relação simbiótica com o setor produtivo, sendo visto como uma ciência útil e pragmática (Sjöstrom, 2007), as



indústrias seriam as responsáveis por intermediar esse processo de disseminação dos objetos químicos na forma de tecnologia, promovendo um suposto desenvolvimento econômico da região e/ou país. Seria, portanto, por meio da presença de objetos químicos tecnológicos, com propriedades superiores àqueles encontrados na sociedade, que o progresso societário poderia ser promovido, tendo como resultado um estado de bem-estar social.

As Unidades de Significado de PPO1, PPO6 e PPO7 nos mostram uma perspectiva da química enquanto uma ciência utilitária e relacionada com o setor produtivo. Segundo essa visão, o progresso de um país está diretamente relacionado com a quantidade de investimento que se faz em ciência e tecnologia, e que este progresso promoveria direta e conseqüentemente o desenvolvimento da sociedade.

Quando você vai, principalmente para **países desenvolvidos, né...eles estão na nossa frente, porque eles investiram em ciência lá no passado**, né...quer ver uma coisa interessante? Tô falando da Química, comparada com os Estados Unidos. A nossa Sociedade Brasileira de Química foi fundada, acho que em 1970, por aí...a Sociedade Americana de Química foi fundada 100 anos antes...só isso daí já mostra que a gente está 100 anos atrasado, entendeu? (PPO1.18).

Hoje, você vê as revistas de maiores fator de impacto...você vê elas dominadas por autores chineses que produzem na China. Então, o que é que mudou? **É a questão de quanto o país, também, tem...se investe, em pesquisa, e isso...investe tanto em pesquisa quanto se investe na indústria**, que vai reverter, que vai absorver pessoas que são formadas na universidade, e forma, tudo isso, uma teia muito mais sólida do que a gente tem aqui (PPO6.09).

Então tem outras coisas que fazem com que você consiga ter a criatividade necessária na Ciência...a Ciência é um meio extremamente criativo. Então, é fundamental. E tem a questão financeira. A gente precisa de dinheiro. Então, **todos os países que são mais desenvolvidos, investem em Ciência e Tecnologia porque é daí que vem o conhecimento, é daí que vem o crescimento daquele país**. As grandes invenções, os grandes conhecimentos vêm daí (PPO7.03).

Desse modo, a ciência química se apresenta, para esses sujeitos, enquanto um corpo de conhecimento que, além de proporcionar conhecimento sobre os fenômenos naturais, traz como possibilidade a transformação do mundo social, por meio da síntese de novos objetos químicos. Seria, portanto, por meio desses objetos, convertidos em objetos tecnológicos, que a química

poderia estabelecer uma relação de proximidade com o setor produtivo, gerando riqueza e promovendo o desenvolvimento econômico da sociedade.

Gostaríamos de salientar que o que destacamos nesta Categoria Emergente são as motivações apresentadas pelos professores-pesquisadores-orientadores no desenvolvimento de suas pesquisas. De fato, nem sempre os objetos químicos chegam até a sociedade da maneira como aqueles gostariam. Como veremos mais adiante, a relação entre a universidade e o setor produtivo é praticamente inexistente. Na maioria dos casos, as motivações para a realização das pesquisas se confundem com as justificativas dadas pelos pesquisadores sobre a importância das mesmas, que servem como argumento para a arrecadação de fundos e obtenção de financiamento, como já discutido por muitos autores (Bensaude-Vincent, 2013a; Schummer, 2004). Muitas vezes, as questões de pesquisa são formuladas no contexto de aplicação, tendo como objetivo inovações que façam parecer que a investigação básica seja considerada mais aplicada do que realmente é. Como defende Sjöstrom (2013b), muitas vezes, os pesquisadores 'enfeitam' a pesquisa para aplicabilidade, a fim de conseguirem investimentos.

Assim, nem sempre a realização de uma pesquisa busca necessariamente vínculos com o setor produtivo, pelo menos não de maneira imediata. Pelas falas que analisamos, a maioria das pesquisas realizadas em química procura fazer avançar o próprio conhecimento químico, sem que haja, necessariamente, uma aplicação em vista. No entanto, o que destacamos é o fato de que, segundo essas Unidades de Significado, a motivação que subjaz a produção de conhecimento químico reside em uma concepção segundo a qual os objetos químicos poderiam promover o progresso social.

Essa perspectiva de que o setor produtivo deve ter uma relação simbiótica com a química acadêmica também se mostrou na concepção que os professores-pesquisadores-orientadores apresentaram em relação à formação de novos pesquisadores que, segundo as Unidades de Significado de PPO1, devem ter condições de atuar desenvolvendo pesquisas em universidades, institutos de pesquisa e também nas indústrias, gerando valor agregado aos objetos químicos e processos.

Espera-se que eles [os egressos] atendam à sociedade, desenvolvendo tecnologia, principalmente. Formar pesquisadores na área de tecnologia. Então **espera-se que eles atendam à sociedade desenvolvendo tecnologia, produtos de alta tecnologia, tornando a nossa indústria mais competitiva, porque isso vai gerar riqueza para o país**, né? (PPO1.02).

E formação de pessoas qualificadas, porque é essa que vai fazer o nosso país crescer e se desenvolver. Porque **é essa pessoa que vai depois lá na indústria, no instituto de pesquisa, e vai descobrir um medicamento, vai descobrir uma patente, que vai virar riqueza para o país**. E mais riqueza, mais imposto arrecada, mais você consegue investir na educação de novo, e vai formar mais pessoas, e então teremos cada vez mais pessoas qualificadas, e vai entrar em um ciclo virtuoso (PPO1.03).

Ao nosso ver, quando os sujeitos entrevistados relataram o que se espera da atuação dos doutores egressos do Programa em relação à sociedade, a perspectiva apresentada foi a da concepção linear de progresso: ao formar novos pesquisadores que possam atuar no setor produtivo, o Programa também estaria contribuindo com a promoção do estado de bem-estar social, já que esses pesquisadores seriam os responsáveis pelo desenvolvimento de novas tecnologias, que trariam o desenvolvimento econômico da região e/ou país, o que, como consequência, teria como resultado o progresso da sociedade.

Este modo de compreender a ciência já foi amplamente discutido na literatura (Bazzo, 1998; Dagnino; Thomas; Davyt, 1996; Santos; Mortimer, 2002) e, mais especificamente, descrito por Auler e Delizoicov (2001). Esses autores, ao analisarem, em um processo de formação de professores de ciências, concepções historicamente transmitidas sobre a produção de conhecimento científico e tecnológico, identificaram a presença de uma concepção que atribui neutralidade às produções científicas, e que concebe o conhecimento científico sobre o mundo como objetivo e real. Segundo estes autores, essa concepção é permeada por três mitos: *superioridade do modelo de decisões tecnocráticas*, *perspectiva salvacionista da Ciência e Tecnologia* e o *determinismo tecnológico*.

A *superioridade do modelo de decisões tecnocráticas* corresponde à uma ideologia cientificista, segundo a qual os cientistas poderiam resolver os problemas encontrados na sociedade de um modo eficiente e prático para qualquer situação. Haveria, de acordo com essa visão, uma tendência a transferir para os cientistas e técnicos os problemas que são da sociedade.

Já a perspectiva *salvacionista da Ciência e Tecnologia* reflete a ideia de que, “em algum momento do presente ou futuro, a Ciência e Tecnologia resolverão os problemas existentes, conduzindo a humanidade ao bem-estar social” (Auler; Delizoicov, 2002, p. 125).

O *determinismo tecnológico*, por sua vez, compreende que devido à evolução tecnológica poderemos viver em um mundo melhor. Assim, a tecnologia seria a responsável pela mudança social.

Assim, nesta Categoria Emergente, concebe-se que os problemas identificados na sociedade podem ser solucionados por meio do conhecimento científico e, devido ao fato de o conhecimento científico ser reproduzível, confiável e eficiente, é que os seus produtos (no caso da química, os objetos químicos), poderiam ser utilizados em prol do progresso da sociedade. A relação, portanto, com a indústria química e com o setor produtivo é vista sempre como benéfica, já que se trata de uma aplicação do conhecimento científico na forma de tecnologia, que seria a responsável pela disseminação do bem-estar social.

Essa visão sobre a maneira pela qual o conhecimento químico deve estar vinculado aos processos produtivos, segundo uma concepção de progresso, representa o efeito da *harmonia das ilusões*, conceito cunhado por Fleck para descrever concepções dominantes que se conservam enquanto formações persistentes e rígidas e, portanto, como Estilos de Pensamento, fazendo com que os membros do Coletivo de Pensamento concebam uma realidade a-histórica, que existe sem ser questionada pelo sujeito que compartilha do mesmo Estilo de Pensamento do coletivo do qual faz parte.

Para Fleck, “cada época tem concepções dominantes, restos das concepções passadas e predisposições de concepções futuras, em analogia com todas as formas sociais” (Fleck, 2010, p. 70). A perspectiva de ciência apresentada pela maioria dos professores-pesquisadores-orientadores é aquela que a ciência e a tecnologia geram sempre progressos e melhorias constantes para a sociedade, concebendo a realidade como objetiva, real e passível de ser ‘descoberta’. Segundo essa concepção, a ciência é vista como uma sucessão linear de descobertas bem-sucedidas, comprovadas por meio de experimentos de verificação que fazem avançar o conhecimento.

Todavia, nos parece que não está presente nesta Categoria Emergente reflexões sobre os estratos que compõem uma sociedade. Ou, de outro modo, não há uma reflexão sobre o que se entende por progresso da sociedade, já que, por exemplo, está muito presente a preocupação com o setor produtivo. Entretanto, este setor não representa toda a sociedade, mas apenas uma parcela muito pequena dela.

Ao analisarmos as Unidades de Significado que compõem a Categoria Emergente **Desenvolvimento de ciência e tecnologia orientadas pela concepção linear de progresso**, o que parece não ficar evidente seria a forma pela qual haveria essa incorporação do conhecimento químico produzido por esses pesquisadores nos diferentes estratos que compõem a sociedade. Ou seja, a maneira pela qual todos os cidadãos que compõem uma sociedade podem se beneficiar do conhecimento químico não é objeto de reflexão dos pesquisadores – pelo menos não de maneira explícita, conforme pudemos constatar ao analisarmos as entrevistas realizadas com os professores-pesquisadores-orientadores. Para a maioria que compõe esse Coletivo de Pensamento, o papel do cientista seria o de produzir conhecimento, em especial, enquanto ciência básica, sendo que o produto desse processo seriam as publicações científicas.

Nesse sentido, conforme argumentam alguns PPOs, a maneira pela qual o conhecimento científico poderia contribuir com a sociedade seria por meio do conhecimento químico produzido e publicado na forma de artigos científicos. Isso se deve ao fato de que, quando os resultados das pesquisas são publicados em revistas científicas, em especial, aquelas reconhecidas pela comunidade científica como tendo grande prestígio e visibilidade, a ciência acaba se convertendo em um bem público. Assim, segundo a maioria dos PPOs entrevistados, essa seria uma das maneiras pelas quais os pesquisadores poderiam retribuir os investimentos governamentais realizados em Ciência & Tecnologia, garantindo, assim, que a barreira existente entre ciência e sociedade seja, se não dirimida, ao menos, minimizada.

O trabalho que você faz tem que ser avaliado. Aí entra a questão: qual avaliação? Então, antigamente as pessoas perguntavam assim: “quanto você publica?”. “Ah, publiquei 20 artigos científicos durante o ano e tal”. Aí todo mundo reclamava. “Não pode ser quantitativo”.

Então, tá bom. Vamos ao próximo passo. “Onde você publica?”. Ah, é diferente. Se eu publiquei um artigo na *Science*, vale mais do que quem publicou dez artigos na ‘Revista Brasileira da Batata’. Ótimo! Então, tirou-se o quantitativo e colocou-se o qualitativo aqui. Aí depois disso começaram a perguntar assim: “mas quão relevante é a sua pesquisa?”. “Tá bom, então vamos ver como é que eu posso medir a relevância?”. Só citando o meu trabalho. Quer dizer, quem fala do meu trabalho. “Como que eu posso medir isso?”. Aí criou-se o tal do índice h. Então, veja...e aí as pessoas falaram assim: “mas é tudo métrica, é tudo métrica, é tudo métrica...”. **É! Mas veja que são métricas que estão levando em conta aquilo que você está sendo pago pra isso.** E que você tem a obrigação de ser avaliado. Então, eu fico possesso com gente que não quer ser avaliada. Então, assim, está cheio de críticas – eu tenho muitas críticas a esse modelo: quanto publica, é índice h, fator de impacto...eu tenho muitas críticas. Mas, me proponha outros métodos! Não critique só por criticar, e achar que não quer ser avaliado, porque isso é uma vergonha! Você tem que prestar contas à sociedade do trabalho que você está fazendo (PPO8.06).

[...] eu acho que as métricas tentam melhorar isso, de todas as formas, **mas alguma coisa a gente tem que dar...a gente precisa prestar contas. Eu acho que essa é a palavra: prestar contas! Então, a gente não pode achar que a gente vai fazer Ciência e não vai prestar conta.** Eu não acho que atrapalha a gente pensar dessa forma. A gente pensou uma coisa, “poxa, que legal, o que é que eu quero fazer com esse meu resultado?”. Eu posso publicar em um artigo, que o mundo inteiro pode ler, né? Eu posso fazer uma patente, que talvez o mundo inteiro pode ler e criar um produto a partir disso; eu posso criar um relatório técnico, que vai ser transferido para uma empresa e eles podem criar aquele produto; eu posso criar um material didático, que eu acho que alguma escola pode se beneficiar. Eu posso fazer tanta coisa legal...eu criei uma forma nova de falar sobre aquele assunto, pensando na divulgação científica. Eu posso fazer um vídeo e divulgar amplamente, eu posso...eu acho que, assim, a gente não pode ser egoísta. Eu acho que é isso, com o conhecimento. É nesse sentido. (PPO7.09)

Então, as nossas teses de modo geral são extremamente boas. Dentro do meu grupo de pesquisa, eu posso te garantir que a gente prima para que as teses sejam boas, né? **E isso se reflete no número de publicações que a gente tem recebido, né? Em revistas de fator de impacto, logicamente, alto** (PPO2.02)

A produção de conhecimento químico apresenta, portanto, uma relação à nível societário com as revistas científicas – e, conseqüentemente, com os níveis de produtividade e eficiência que elas suscitam.

Nesse sentido, conforme relatado por PPO3, é devido à existência de critérios de produtividade, como o fator de impacto de uma revista científica ou o nível de citação de determinado artigo, que financiamentos para a realização das pesquisas podem ser obtidos – e, certamente, esses aspectos exercem influência sobre o que é pesquisado.

**Como que a pessoa sabe que você está trabalhando, como que você obtém financiamento...então, tudo isso utiliza essa métrica**

**que você acabou de citar.** E eu confesso que eu não sei se existe outra, né? Eu...assim, eu não sei. Mas é fácil porque são números, né? Mas...eu acho...olha, eu não sei nem se vai mudar. Eu acho que vai continuar assim, eu não acredito que vá mudar...o que pode acontecer é uma visão um pouco mais qualitativa em relação ao currículo, ao que a outra pessoa tem feito, e tal, né? Fora dessas coisas de publicação, né? Mas...eu acho que não tende a mudar muito, não (PPO3.03).

Estes índices atestam a qualidade das investigações que esses pesquisadores realizam, e são utilizados pelas agências e órgãos de fomento para a realização de investimentos. Assim, segundo a visão da maioria dos professores-pesquisadores-orientadores, estes índices é que garantem que a sociedade seja beneficiada com o conhecimento científico que eles desenvolvem. Apesar de nem todos os entrevistados concordarem com as métricas utilizadas, a maioria deles aponta as dificuldades em se estabelecer uma outra forma de avaliação.

Diante dessas Unidades de Significado analisadas, gostaríamos de destacar como o processo de produção de conhecimento químico é influenciado pelo contexto social das publicações científicas. Sendo o conhecimento científico produzido em instituições científicas, como é o caso das universidades e institutos de pesquisa, existe uma demanda por índices de produtividade que refletem os investimentos feitos para a realização das pesquisas. Assim, seriam esses índices os responsáveis pela demonstração pública de 'boa ciência', já que estes garantiriam a eficácia e produtividade no meio científico. No entanto, um ponto que gostaríamos de chamar a atenção é que existe uma série de implicações no conteúdo do conhecimento químico produzido em razão da existência destas métricas, como, por exemplo, quais problemas de pesquisa são relevantes e para qual público se dirigem essas publicações.

Em vista disso, podemos constatar que os cientistas não são pessoas que trabalham sozinhas, isoladas em seus laboratórios sondando os mistérios do universo em busca de fórmulas secretas. Pelo contrário, os pesquisadores são agentes sociais, imersos em um Coletivo de Pensamento, por meio do qual interagem com Círculos Esotéricos e com Círculos Exotéricos, reforçando os Tráfegos Intracoletivos e Intercoletivos de Pensamento. E, nesse sentido, um dos *Círculos Exotéricos* com os quais os PPOs interagem é o das revistas



científicas e das agências de fomento, os quais, na perspectiva Fleckiana, representam a **Ciência dos Periódicos**.

Segundo Fleck (2010, p. 172), a *Ciência dos Periódicos* “carrega a marca do *provisório* e do *pessoal*”. 1) Provisório, pois, nessa forma do fazer científico, os problemas são abordados de forma fragmentada, no sentido de serem recortes dos problemas da área como um todo. Trata-se, conforme argumenta Oliveira (2012, p. 126), “de investigações de hipóteses ainda não conclusivas e de verificações iniciais”. E 2) Pessoal, já que muitas vezes os trabalhos são apresentados como sendo os primeiros e únicos a tratarem daquele assunto em sua especificidade, o que os associam inseparavelmente ao autor. Nesse sentido, para Fleck, na *Ciência dos Periódicos*, “os respectivos pontos de vista e métodos de trabalho têm um caráter tão pessoal que não se consegue formar uma totalidade orgânica a partir dos fragmentos contraditórios e incongruentes” (Fleck, 2010, p. 171).

Por isso, as investigações mais ousadas e originais são encontradas neste tipo de ciência. Na perspectiva Fleckiana, essa ousadia e originalidade se dão justamente porque aquele estudo ainda não está consolidado como um Estilo de Pensamento. É na *Ciência dos Periódicos* que encontramos o desenvolvimento das pesquisas mais recentes nas áreas da química pura e aplicada, que são aquelas que supostamente fazem avançar o conhecimento, por apresentarem eventualmente, novas maneiras de resolver um determinado problema, o que em termos Fleckianos, seria uma mutação evolucionária no Estilo de Pensamento vigente. E, justamente por apresentar esse caráter inovador, esta forma de produzir ciência se mostra incerta e provisória.

No entanto, o que pudemos constatar nas Unidades de Significado analisadas, foi a presença de outros elementos na *Ciência dos Periódicos* que, aparentemente, não foram abordadas por Fleck (2010), como é o caso dos índices de produtividade relacionados às publicações científicas e a forma pela qual estes regulam a atividade científica.

Dentro dessa perspectiva, gostaríamos de chamar a atenção para a análise realizada por Oliveira (2012, p. 138) sobre a epistemologia Fleckiana, o qual argumenta que apesar de Fleck dar relevância à questão da legitimidade na



relação entre as esferas esotéricas e exotéricas, em sua teoria do conhecimento “quase nada se vê sobre conflitos de interesses, disputas por reconhecimento e pelo acúmulo de capital simbólico, concorrência na busca de financiamento e tantas outras tensões que compõem a construção coletiva do conhecimento”.

Há poucas referências na epistemologia Fleckiana aos fatores socioeconômicos presentes na atividade científica, e sobre como eles exercem influência no círculo esotérico. “Não há referências a interesses comerciais e atuação de lobbies, como têm se evidenciado, por exemplo, nos estudos da chamada *big-science*” (Oliveira, 2012, p. 129).

Em um período no qual podemos evidenciar a ascensão do neoliberalismo em todas as esferas da existência humana, a ciência contemporânea encontra-se em uma relação com questões presentes na sociedade que, quando Fleck construiu sua teoria do conhecimento, não exerciam tamanha influência no conhecimento científico.

Nesse sentido, um ponto sobre o qual gostaríamos de chamar a atenção e que não foi abordado por Fleck ao tratar das Ciências dos Periódicos e dos Manuais é a especialização das revistas científicas e de seus mercados editoriais, conforme destaca Oliveira (2012) ao discutir a questão da popularização da ciência.

Contemporaneamente, o que observamos é que os diversos interesses que compõem o mercado editorial das publicações científicas acabam por influenciar o conteúdo mesmo das pesquisas científicas. “O mercado editorial das publicações científicas sempre envolve outros agentes e interesses, que protagonizam não só as formas, mas também a seleção e o tratamento dos conteúdos” (Oliveira, 2012, p. 134).

Enquanto uma forma de representação de métricas que determinam questões envolvendo financiamento de pesquisas e índices de produtividade – as quais coagem e delimitam as formas e caminhos de atuação dos pesquisadores em torno das investigações que realizam –, contemporaneamente, as publicações científicas representam formas de relações de poder e de disputas no meio científico.

O que podemos observar em algumas Unidades de Significado dos professores-pesquisadores-orientadores, é o fato de que os problemas de pesquisa investigados pelos membros do Círculo Esotérico dos PPOs têm uma relação intrínseca com as questões postas pelos membros do Círculo Exotérico das revistas científicas e das agências de fomento.

**A gente tenta publicar todos os nossos resultados em fator de impacto o mais alto possível...**como eu falei pra você, o meu laboratório gera um artigo internacional por mês. Minha última aluna de doutorado produziu dez artigos internacionais. Enquanto o departamento pede um, e uma submissão, eu tenho uma média de cinco, seis...essa última foram dez. **Então a gente tenta vender as publicações...**eu tenho um alto nível de citação, um dos fatores h mais altos do Brasil...fator h 48, por exemplo. Significa que meu 48º artigo no ranking tem mais de 48 citações...o que é bastante (PPO2.05).

Olha...é uma boa pergunta [o porquê da escolha em desenvolver pesquisas mais básicas ao invés de pesquisas aplicadas]. Mas eu acho que vai muito, talvez, por uma questão de escolha pessoal...às vezes uma pessoa tem um pouco mais de vontade de fazer uma coisa mais investigativa, né? E eu acho que tem muito a ver com financiamento, sabe? Eu acho que nós, que somos pesquisadores...embora todo...a maioria faz o que gosta, né? Em relação à pesquisa, mas, **se tiver um financiamento um pouco mais específico pra alguma coisa, eu acredito que mais pessoas vão correr atrás disso. Então, talvez a escolha vá muito disso** (PPO3.09).

As questões que envolvem os índices de produtividade e a obtenção de financiamento para as pesquisas muitas vezes determinam os objetos de investigação das pesquisas, bem como o escopo e alcance das investigações a serem realizadas. Desse modo, para além da questão da Ciência dos Periódicos, que, certamente, é uma das responsáveis por fazer avançar o conhecimento, na análise dos processos de produção do conhecimento científico, também temos que levar em consideração o contexto social mais amplo no qual essas produções são realizadas – e qual é a real influência deste nas produções científicas.

Se para produzirem conhecimento científico os pesquisadores precisam de financiamento, e se estes são delimitados pelos índices de produtividade aos quais estão sujeitos, então a maneira pela qual as revistas científicas aceitam ou rejeitam determinadas pesquisas e conhecimentos define, em alguma medida, o conteúdo daquilo que será pesquisado pelos PPOs. Estando imersos nesta lógica produtivista de publicações científicas, os pesquisadores perdem autonomia em relação àquilo que decidem pesquisar, já que precisam garantir

índices de produtividade para conseguirem mais financiamentos e, assim, poderem continuar na realização das pesquisas. Todas essas questões nos mostram a natureza social do conhecimento científico – e a maneira pela qual esses fatores influenciam as pesquisas da maioria dos PPOs entrevistados.

Contemporaneamente, um autor que reflete sobre o impacto da ascensão do neoliberalismo nos processos de produção do conhecimento científico é Oliveira (2008a), o qual identifica na prática da ciência contemporânea uma espécie de surto avaliatório. Ao argumentar sobre a maneira pela qual a cientometria<sup>18</sup> está cada vez mais presente em todas as esferas da produção de conhecimento científico, ele apresenta em seu trabalho indícios de um movimento em que as práticas de avaliação se multiplicam, adquirindo uma enorme relevância no meio acadêmico. Sobre a relação entre o produtivismo acadêmico e a forma pela qual são obtidos recursos e reconhecimento na realização das pesquisas, este autor argumenta que

[N]a universidade, o produtivismo taylorista se manifesta, de um lado, diretamente, nas pressões exercidas pelas instâncias superiores da instituição e pelas agências de fomento – constituindo estas o principal lugar onde se articulam os resultados das avaliações com a distribuição de recursos financeiros, ou seja, o lugar onde as avaliações têm as consequências práticas mais importantes no contexto atual. De outro lado, o produtivismo se manifesta na competitividade que prevalece nas relações entre os pesquisadores, aberta e fortemente estimulada pelas instâncias dominantes, bem no espírito neoliberal (Oliveira, 2008a, p. 384).

Por meio da identificação deste sintoma de *surto avaliatório* na análise das Unidades de Significado, observamos no Programa investigado a presença de uma forma de mensurar a produção científica que considera que só é possível conhecer efetivamente o avanço da ciência e a contribuição de cada pesquisador nesse processo quando estes processos podem ser quantificados.

Ora, se para a maioria dos professores-pesquisadores-orientadores entrevistados o desenvolvimento de ciência e tecnologia são orientados pela concepção linear de progresso, é natural que se reconheça que quanto mais conhecimento científico é produzido e publicado, maiores são as possibilidades de que este promova o progresso da sociedade. Já que, inevitavelmente, este

---

<sup>18</sup> A cientometria é definida como o estudo da mensuração e quantificação do progresso científico, estando a pesquisa baseada em indicadores bibliométricos.

conhecimento retornaria um dia para a sociedade na forma de produtos, os quais promoveriam o desenvolvimento econômico e o conseqüente bem-estar social para todos.

Entretanto, uma das questões que os professores-pesquisadores-orientadores destacam como sendo problemática neste modo de se produzir ciência é que, devido à pressão exercida pela necessidade de indicadores de qualidade e produtividade científica, os pesquisadores se veem diante de uma situação na qual precisam desenvolver pesquisas visando o alcance das metas de produtividade. Dentre os problemas que este modo de avaliação traz, um deles diz respeito ao desenvolvimento de artifícios e formas de manipulação dos índices de produtividade visando o aumento destes índices. Como consequência deste tipo de artifício, têm-se que as pesquisas acabam se tornando, algumas vezes, inócuas e descoladas de qualquer referência aos problemas encontrados na sociedade, já que estas acabam sendo reduzidas ao alcance dos índices e métricas de produtividade.

Então, eu acho que...essa métrica é regida, infelizmente, pela CAPES<sup>19</sup>, só que existem artifícios pra se mexer nessa métrica, entendeu? Meus artigos são publicados eu, meu aluno, e eventualmente algum colaborador. Enquanto que a CAPES olha artigos com 20 pesquisadores, ou seja, **metade do departamento coloca o nome de um, de outro, ou o de outro em um, pra aumentar essa métrica, né?** Então eu vi alunos aí de doutorado que terminam com 20 ou 30 artigos, só que com 20 ou 30 autores. Meus alunos quando tem dez publicações, significa eu, o meu aluno...o meu aluno em primeiro lugar, como primeiro autor, e, eventualmente, algum colaborador. Então, essa métrica aí, eu acho que ela tem que ser avaliada (PPO2.15).

Impacta [referindo-se ao sistema de métricas nas publicações]! **Isso logicamente influencia a produtividade em massa**, então, um colega, que vai produzir repetidamente, só em quantidade, mas não em qualidade, vai sair em vantagem - porque a métrica é volume, o quanto ele está produzindo – do que alguém que demora muito pra produzir um de qualidade, né? Vai contar um, [enquanto] o outro conta vários (PPO6.11)

Podemos observar nestas Unidades de Significado que o processo de publicação de artigos em revistas científicas representa um fator que impacta a produção científica e, conseqüentemente, o conteúdo científico do que é produzido. Em uma época na qual vemos o surgimento e disseminação de

---

<sup>19</sup> Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, órgão ligado Ministério da Educação do Governo Federal do Brasil.

revistas predatórias (Guimarães; Hayashi, 2023), as quais têm como objetivo proporcionar aos pesquisadores uma forma eficaz de aumentar os seus índices de produtividade, este tipo de prática faz com que as pesquisas se descolem ainda mais de qualquer referência ao contexto no qual são desenvolvidas, já que o que se torna relevante são os índices alcançados, que são, muitas vezes, ditados por agendas de pesquisa que se relacionam muito pouco ou quase nada com a realidade local.

Como bem ressalta a pesquisadora Invernizzi (2022), ao argumentar sobre como os sistemas de avaliação científica – que levam em consideração a produtividade, número de citações e fator de impacto –, conformam as agendas de pesquisa, “el concepto de calidad científica ha sido destituido de cualquier referencia al contexto em que se investiga y reducido a una cualidad abstracta y universal” (Invernizzi, 2022, p. 3). Nesse sentido, a questão que se apresenta como sendo problemática nessa forma de avaliação é a quase ausência de indicadores que avaliem a maneira pela qual as pesquisas impactam o contexto local no qual estas são desenvolvidas.

Ainda segundo Invernizzi (2022), esses índices são utilizados, sobretudo, pelas agências de fomento para a seleção e para o direcionamento dos financiamentos e recursos para o desenvolvimento das pesquisas. No entanto, o impacto dos índices de produtividade é avaliado em relação à própria literatura, o que acaba por provocar um fechamento na forma e conteúdo das pesquisas. Produz-se conhecimento científico para a obtenção de maiores índices científicos. E, assim, quem mais publica tem maiores índices e, conseqüentemente, acaba tendo mais recursos, podendo realizar mais pesquisas.

Nesse processo, a questão que se apresenta como problemática se refere ao conteúdo dessas publicações que, como aponta Invernizzi (2022), são determinados, muitas vezes, pela agenda de pesquisa das revistas científicas. Para que as publicações ganhem relevância e prestígio no meio acadêmico, estas devem se coadunar com as agendas determinadas pelas revistas científicas, geralmente internacionais, que apresentam um escopo de problemas

e questões científicas que não necessariamente respondem aos problemas encontrados em contextos locais.

A nosso ver, essa problemática das agendas de pesquisa serem ditadas por revistas científicas internacionais se agrava ainda mais quando levamos em consideração o contexto brasileiro, que apresenta problemas específicos e questões que não necessariamente podem ser solucionados por meio da busca de problemas globais. Importante salientar que não estamos defendendo que as pesquisas realizadas em nosso país não possam estar alinhadas às demandas globais. Pelo contrário, questões como a fome, o ambiente e a saúde são universais, devendo fazer parte do escopo dos problemas pesquisados pela química. No entanto, o que argumentamos é que as pesquisas não podem estar à serviço de agendas definidas pelas revistas científicas, mas sim, pelas necessidades do contexto no qual estas estão sendo desenvolvidas.

Essa problemática da relação das pesquisas com o mercado editorial das revistas científicas pode ser evidenciada pelas Unidades de Significado de PPO9 e PPO1, que destacam como essa pressão por publicações impacta na maneira como os professores-pesquisadores-orientadores produzem ciência:

Várias revistas, para publicar, você tem que pagar, e assim, 300, 400 dólares pra você pagar por uma publicação em uma revista internacional...quer dizer, quanto mais você publica, mais você tem dinheiro pra pesquisa; mais tem o dinheiro pra pesquisa, mais você publica, e aí é um ciclo vicioso. Só que é a história de sempre: **quanto mais você publica, mais você tem dinheiro, mas aqueles que não conseguem publicar não tem dinheiro e o distanciamento fica cada vez maior.** Então, eu gostaria que nós tivéssemos um outro tipo de direcionamento pra fazer esse balizamento, sabe? Pra ponderar melhor as participações dos professores em outras atividades que não seja só produção. Essa política produtivista aí...não gosto muito. Não me atrai nem um pouco (PPO9.04).

[...] tem uma coisa que me deixa bastante irritado é esse negócio de que você tem que fazer pesquisa para publicar o *paper*, é isso que a CAPES nos exige: **se você não publicar, você não vai ganhar mais bolsa pra dar para os seus alunos, você não vai aprovar mais projetos, o conceito do Programa de Pós-Graduação vai cair...**cara, quer dizer que eu estou aqui para publicar artigo, não importa pra quê...então, quer dizer, eu tenho que publicar artigo: não importa a qualidade desse artigo que eu vou publicar, e não importa se ele vai servir para alguma coisa. Hoje é isso! (PPO1.06).

Estas Unidades de Significado nos mostram como o *surto avaliatório*, identificado por Oliveira (2008a), presente nas universidades direciona pesquisas e coage pesquisadores em relação ao conteúdo e à forma do que

pode ser investigado. Esse processo, conforme mostram as Unidades de Significado apresentadas, faz com que atividades de cunho mais social, como aquelas de extensão, sejam desvalorizadas, já que nesse universo quantitativo, estas são as que menos elevam os índices de produtividade.

De acordo com Invernizzi (2022), este sistema internalista e quantitativo de avaliação da produtividade científica reforça a desconexão entre agendas de pesquisa e as demandas locais de conhecimento. Ou seja, a “aplicabilidade” do conhecimento produzido fica restrita ao universo da avaliação pelos pares, sendo que aqueles que têm um maior índice de produtividade acabam tendo mais privilégios, obtendo, por exemplo, mais financiamentos e um maior reconhecimento no meio acadêmico. No entanto, como reforçado pela Unidade de Significado de PPO3, uma das questões que se coloca a esse cenário é o fato de que há uma produção endógena de conhecimento, ou seja, o conhecimento produzido nas universidades acaba alimentando a própria universidade, e não necessariamente, os diferentes estratos que compõem uma sociedade:

Eu digo isso também porque desde 1999 eu convivo nesse ambiente de pesquisa, né? Então, tem assim, muito essa questão de fazer pesquisa...e **essa pesquisa ficar meio que interiorizada, meio que uma questão para a universidade, ou pros colegas, pra congressos específicos, né?** E talvez eu não tenha tido no passado uma abertura tão grande em questões da sociedade, né? Então isso fez com que a universidade meio que, fechou em si própria, na minha opinião, né? (PPO3.01).

Assim, aqueles que publicam mais em revistas científicas prestigiadas, geralmente internacionais, cujo conteúdo se relaciona muito pouco com as necessidades do contexto local, acabam elevando os seus índices de produtividade, obtendo mais reconhecimento e financiamento. Esse tipo de avaliação reforça um ciclo de recompensas já identificado na literatura por muitos pesquisadores (Guimarães; Hayashi, 2016). Um desses pesquisadores, o sociólogo da ciência Robert Merton (1910 – 2003), denominou esse fenômeno de *Efeito Mateus*. Esse processo contemporâneo que delimita e conforma agendas científicas, pode ser descrito da seguinte maneira:

Ao analisar o sistema de recompensas da ciência e a forma como os cientistas mais experientes e famosos são “agraciados” com créditos desproporcionais em relação aos desconhecidos ou novos cientistas



entrantes que recebem menos créditos, Merton denomina esse fenômeno de “Efeito Mateus”. Essa menção refere-se à passagem bíblica escrita pelo evangelista que diz: “A quem muito tem, mais lhe será ofertado e a quem pouco tem, até o pouco que tem lhe será tirado”. O mundo científico tende, portanto, a dar créditos às pessoas que já possuem destaque e reconhecimento, em detrimento das menos conhecidas ou famosas, o que acaba gerando uma estratificação da comunidade científica (Guimarães; Hayashi, 2016, p. 30).

Assim, ao determinarem o conteúdo do que é pesquisado, as agendas científicas reforçam o descolamento das pesquisas das reais necessidades da sociedade. O que acaba se tornando relevante, ao final de todo esse processo, é o alcance das metas estabelecidas por um conjunto de índices de produtividade. Isso faz com que a ciência produzida seja pautada, em larga medida, pelas agendas de pesquisa determinadas pelas revistas científicas internacionais. No entanto, a questão que se coloca é que esse processo torna os resultados das pesquisas cada vez mais distantes dos problemas locais que a sociedade enfrenta.

Em uma interpretação Fleckiana, essa perspectiva se mantém enquanto uma *Harmonia das Ilusões*, a qual corresponde ao momento em que um Estilo de Pensamento, que é relativo a determinado conhecimento, está sendo compartilhado por um Coletivo de Pensamento. Observamos nas falas dos entrevistados que compõem a Categoria Emergente com maior incidência<sup>20</sup> uma tendência à persistência dos Sistemas de Opinião, que correspondem a concepções científicas fechadas e harmoniosas que apresentam resistência àquilo que os contradiz, e que promovem uma reinterpretação das questões consideradas problemáticas como forma de adequação ao Estilo de Pensamento (Fleck, 2010, p. 69). Ou seja, por mais problemática que seja essa perspectiva de se fazer ciência - com todos os seus entraves, percalços e dificuldades em estabelecer uma relação com o setor produtivo -, ela se mantém, pois, aderentes a esse Estilo de Pensamento, mantém-se a convicção de que esse é o caminho para o progresso da sociedade.

Por mais que a relação com a indústria seja conflituosa, conforme demonstram as Unidades de Significado de PPO1, PPO2 e PPO3, as quais demonstram que não existe uma relação consolidada entre universidade e setor

---

<sup>20</sup> A saber, a Categoria Emergente **Desenvolvimento de ciência e tecnologia orientadas pela concepção linear de progresso**.



produtivo, há uma tendência à persistência do Sistemas de Opinião em relação à concepção linear de progresso:

Aí a gente tem outro problema, que a nossa indústria não aparece aqui, e não só aqui, mas em todos os cursos. **Você não vê uma interação da indústria com a academia. A gente nem sequer sabe, consegue descobrir, o que é que a indústria está precisando.** Algumas coisas eu sei, mas é porque eu vou lá na indústria, procuro pra saber o que é que está acontecendo...mas, sim, as linhas de pesquisa, elas...aqui a gente pensa assim: totalmente dinâmicas (PPO1.15).

Então...a indústria, na verdade, eu cheguei a fazer várias reuniões com a indústria. Eles falavam: “professor, seu material polimérico é maravilhoso, ele tem uma densidade menor, ele tem uma durabilidade muito superior, só que eu fabrico bacias de plástico. Eu quero que dure pouquíssimo, porque senão a minha indústria vai à falência. Então não adianta você me trazer um material que tem uma durabilidade fantástica, sendo lindo, maravilhoso, sendo que eu quero o pior possível pra botar no mercado, senão minha empresa vai à falência”. **Então, os materiais que a gente desenvolve, na verdade, ele tem propriedades muito superiores, mas isso não interessa muito à indústria, de modo geral, a indústria, que eu chamo assim, a maioria, a indústria normal.** Existiria potencial de aplicação desses materiais, como essas inúmeras patentes que eu falei aí pra você, em indústrias um pouco mais sofisticadas: indústria aeroespacial, indústria aeronáutica, etc e tal. Mas, infelizmente as nossas indústrias aqui no estado, elas não têm absolutamente nenhum tipo de interesse. Eles querem resolver problemas imediatos...e um, inclusive, me disse “olha, eu injeto plásticos em uma máquina que tem mais de 50 anos, mas eu continuo ganhando dinheiro...por que é que eu vou trocar?”. Então essa é a mentalidade da indústria brasileira. Infelizmente as inovações não são coisas que interessam (PPO2.07).

Bom, a indústria seria, na minha visão, seria o principal demandante da química. Não tem como fugir. **O grande problema é que a nossa indústria, ela é muito vinculada a processos que já estão desenvolvidos em outros lugares...**vamos pegar as multinacionais, por exemplo. Então, elas estão muito envolvidas com a questão das multinacionais que já desenvolveram um determinado processo, né? Só que esse processo são as condições da Europa, por exemplo, né? Naquela temperatura, para aquele povo, ou seja, está totalmente vinculado (PPO3.11).

Tomando por base essas *Unidades de Significado*, a questão que gostaríamos de levantar se refere à posição problemática que se estabelece entre o conhecimento químico acadêmico e o setor produtivo brasileiro. Ao analisarmos as perspectivas sobre qual seria o papel e a função do conhecimento científico tanto para a maioria dos PPOs quanto para o setor produtivo, o que observamos é uma distância em relação às motivações e aos objetivos que norteiam cada um desses grupos, o que faz com que exista pouca troca entre estes grupos. Nesse sentido, essas Unidades de Significado parecem

demonstrar que estamos diante de Estilos de Pensamento distintos: aquele representado pelos PPOs e um outro, representado pelo setor produtivo.

Apesar de não termos identificado o Estilo de Pensamento que caracteriza o setor produtivo, o que não era nosso objetivo de pesquisa, os resultados das análises das Unidades de Significado parecem indicar uma diferença significativa entre o **Estilo de Pensamento dos professores-pesquisadores-orientadores** e aquele do setor produtivo, tendo como indício o fato de que o tráfego de pensamentos entre esses Coletivos de Pensamento se mostra enfraquecido. E, nesse sentido, segundo argumenta Fleck, “quanto maior a diferença entre dois ou mais Estilos de Pensamento, tanto menor o tráfego de pensamentos” (Fleck, 2010, p. 160). No caso analisado, essa diferença faz com que essa troca não aconteça, ou aconteça pouco.

Consideramos que essa distinção exista levando em consideração que, para Fleck (2010, p. 149, grifo nosso), um Estilo de Pensamento “é marcado por **características comuns dos problemas**, que interessam a um Coletivo de Pensamento; dos julgamentos, que considera como evidentes e dos métodos, que aplica como meios de conhecimento”.

Tomando como base essa definição, o que observamos nas Unidades de Significado é que, enquanto o Coletivo de Pensamento que apresenta a concepção linear de progresso busca produzir ciência básica, que poderá, posteriormente, ser convertida em tecnologias com propriedades superiores às daquelas encontradas na sociedade, o grupo que representa o setor produtivo busca uma forma de aumentar o seu lucro, utilizando para isso o ‘conhecimento’ que melhor se adeque a tal objetivo. Assim, o que interessa a esse setor, e nesse sentido concordamos com Dagnino, é um tipo de tecnologia que pode ser utilizado para “diminuir seu custo de produção e, se for possível, deslocar outras empresas do mercado” (Dagnino, 2014, p. 15).

Em uma primeira análise, poderíamos ter levantado como hipótese que a relação entre universidade e setor produtivo seria um caso de relação entre o Círculo Esotérico e o Círculo Exotérico (Fleck, 2010), sendo o primeiro representado pelo grupo de especialistas, responsáveis pela formação do pensamento e, o segundo, composto pelo público de não-especialistas. Se fosse

esse o caso, em uma perspectiva Fleckiana (Fleck, 2010, p. 158), estaríamos diante de um *Tráfego IntraColetivo de Pensamento*, “os quais levam ao fortalecimento das formações de pensamento”. Segundo essa lógica, o *Círculo Esotérico* seria representado pelo *Estilo de Pensamento Empírico-utilitário* – os responsáveis pela produção de conhecimento químico –, enquanto o *Círculo Exotérico* seria representado pelo setor produtivo, que se apropriaria do conhecimento produzido pelo *Círculo Esotérico*, já que “o círculo exotérico não possui uma relação imediata com aquela formação de pensamento [o *Estilo de Pensamento*], mas apenas através da intermediação do círculo esotérico” (Fleck, 2010, p. 156).

No entanto, o que observamos nas Unidades de Significado é que, mesmo que a fala da maioria dos entrevistados traga muitos argumentos sobre a produção de conhecimento para a indústria, essa troca não acontece de maneira efetiva, ou acontece pouco, não havendo, segundo sugerem as Unidades de Significado, uma influência direta dos problemas apresentados pela indústria nas pesquisas desenvolvidas no Programa investigado. E, em sentido oposto, também parece não haver uma apropriação do conhecimento produzido na universidade pela indústria – pelo menos não no caso da indústria brasileira.

Essa análise sugere, portanto, a existência de um *Estilo de Pensamento* próprio do setor produtivo, que apresenta pressupostos distintos daqueles dos professores-pesquisadores-orientadores. Sugerimos essa interpretação diante do fato de que o *Tráfego InterColetivo de Pensamento* se mostra enfraquecido - que para Fleck (2010) corresponde a circulação de pensamentos, ideias e conhecimentos entre distintos *Coletivos de Pensamento*, aqui representados pela universidade e pela indústria brasileira –, não havendo, portanto, uma troca significativa entre esses *Coletivos de Pensamento*.

Da mesma forma, também parece não estarmos diante de um *Tráfego IntraColetivo de Pensamento*, já que o *Coletivo de Pensamento* do setor produtivo parece ignorar muitos dos problemas e questões apontadas como importantes pela maioria dos PPOs, indicando a existência de uma “limitação dos problemas admitidos dentro do estilo de pensamento: muitos problemas são

constantemente ignorados ou rejeitados por serem considerados sem importância ou sem sentido” (Fleck, 2010, pp.155-6).

Diante dessa situação, ao analisarmos os processos de produção de conhecimento do Programa investigado, parece-nos que o tráfego de pensamento acontece majoritariamente entre membros do próprio Coletivo de Pensamento, que compartilham de um mesmo Estilo de Pensamento, o que acaba por cultivar o fortalecimento e um certo fechamento na forma e no conteúdo desse Estilo de Pensamento. Por isso, constatamos nas Unidades de Significado da maioria dos entrevistados uma perspectiva segundo a qual a universidade se fecha em si própria, estabelecendo poucos diálogos com a sociedade.

Em nossa interpretação, essa situação de pouco diálogo com o setor produtivo se explica pelo fato de que este, como explicitado em algumas *Unidades de Significado*, já possui processos bem consolidados e até defasados, a partir de tecnologias desenvolvidas em outros países e a partir de outros contextos, não interessando, para a maioria delas, os conhecimentos produzidos nas nossas universidades.

Estamos, portanto, diante de uma situação problemática: há a produção de conhecimento químico no Programa investigado, em especial, enquanto ciência básica e aplicada, e que tem como objetivo o progresso da sociedade. No entanto, esse progresso só pode ser alcançado via setor produtivo, que seria o intermediário de todo esse processo. Este setor, por sua vez, visa ao lucro e ao aumento de produtividade, fatores que não dependem, necessariamente, do conhecimento químico produzido nas universidades – pelo menos, ao que parece, não no contexto brasileiro.

Entretanto, o que observamos em algumas *Unidades de Significado* foi a presença de uma série de *Complicações* de outra ordem, principalmente relativas a questões relacionadas ao ambiente. Ou seja, alguns pesquisadores relatam como, contemporaneamente, questões relacionadas a uma preocupação com os impactos ambientais estão presentes nas pesquisas, reforçando as *Complicações* no Estilo de Pensamento:

Então, é assim, é sempre uma questão de que o que vem não surge do nada; é uma evolução, incorpora outras por necessidade os requisitos; e tenta ir, mais ou menos, no que está sendo explorado atualmente. **Então, você vê que atualmente se busca muito em questões energéticas, armazenamento de energia, questão de conversão de energia solar em energia elétrica, então, vai um pouco nessa linha.** Então, a gente vai tentando incorporar um pouco nisso (PPO6.07).

A gente sempre se baseia, como eu falei, muitos processos a gente sempre se baseou muito, assim, em isolar, tem muitas áreas da Química que fazem isso, né? **Mas eu acho que, talvez, uma coisa que está muito mais recente, é a gente se preocupar mais com a natureza no sentido de a gente trazer menos danos pra ela.** Então, a gente, né...preservar mais ela. Então, talvez a vertente da Química Verde, que está muito mais em alta agora, incorporar em disciplinas, incorporar na graduação, incorporar na indústria, né...Então criar rotas que você realmente consiga, de fato, trazer menos prejuízo ambientais (PPO7.30).

**[...] por exemplo, hoje eu tenho muita preocupação com questões ambientais, que é uma coisa que não me passava antes.** Então, eu falei que eu tenho um interesse em energia...cada vez mais me preocupando com energia limpa. Então tenho preocupação em preparar materiais, por exemplo, que possa ser usado em baterias que trabalham em água, ao invés de solventes derivados de petróleo; em materiais pra ser usado em fotovoltaico, que é pra pegar energia direto do sol pra produção de energia limpa (PPO8.05).

O que estas Unidades de Significado mostram é que outras questões, para além daquelas oriundas da concepção de progresso (que é predominante), começam a provocar o que Fleck denomina de *Complicações* no Estilo de Pensamento vigente. Isso acontece, na perspectiva Fleckiana, devido aos *Tráfegos Intercoletivos de pensamento*, que são as trocas de ideias que ocorrem entre coletivos distintos, fazendo com que ocorram deslocamentos ou alterações de parâmetros que embasam o Estilo Pensamento do qual compartilham, que pode possibilitar a mudança do Estilo de Pensamento (Schafer; Schnelle, 2010). Esses Tráfegos Intercoletivos propiciam, no interior do Coletivo de Pensamento, trocas, divergências e disputas estratégicas de legitimação (Maeyama, 2015), que podem promover mutações no Estilo de Pensamento. Mutações para Fleck (2010, p. 67) consistem em transformações *gradativas* por meio das quais ocorre a evolução do pensamento<sup>21</sup>.

---

<sup>21</sup> É por meio da noção Fleckiana de Mutações que podemos conceber os Estilos de Pensamento imersos em “um longo contexto histórico de transformações, no qual as ideias científicas evoluem ou se desenvolvem com o passar do tempo, e não por meio de rupturas abruptas e radicais ou

Isso nos mostra de que forma a produção de conhecimento científico é influenciada por fatores externos à própria ciência, e como uma perspectiva de neutralidade dos processos de construção do conhecimento científico não se sustenta quando olhamos para a ciência ‘em construção’. Assim, apesar da predominância de pesquisas que promovem a *extensão* do Estilo de Pensamento, começam a emergir *complicações* neste, o que, em determinado momento, pode promover uma transformação nesse Estilo de Pensamento. Isso demonstra que um Estilo de Pensamento não representa uma formação rígida e permanente. Mas, sim, uma forma de apreensão da realidade que sofre mutações, e que pode se alterar ao longo do tempo. Portanto, as *Complicações* podem tornar-se ferramentas preciosas para que se processe mudança em um determinado Estilo de Pensamento consolidado até aquele momento.

Apresentamos, a seguir, a segunda Categoria Emergente resultante da análise das entrevistas com os professores-pesquisadores-orientadores referentes ao Bloco 1: problemas de pesquisa em química, denominada Desenvolvimento de ciência e tecnologia orientadas por questões sociais.

#### 4.1.1.2 Metatexto [Bloco 1 PPO] Categoria 2: Desenvolvimento de ciência e tecnologia orientadas por questões sociais.

Na Categoria Emergente **Desenvolvimento de ciência e tecnologia orientada por questões sociais**, encontramos como respostas à pergunta ‘Principais motivações para a determinação dos problemas de pesquisa que o grupo investiga’, a perspectiva de que o conhecimento químico produzido nas universidades deve ser orientado por problemas sociais, e não pela indústria, sendo que esse deve ser o objetivo principal no desenvolvimento das pesquisas.

Desse modo, para além do avanço no conhecimento químico proporcionado pelas investigações realizadas pelos pesquisadores, nessa Categoria Emergente compreende-se que as pesquisas devem ser motivadas

---

revoluções, como pretendeu a noção kuhniana de mudança de paradigma” (Condé, 2018, p. 168).

por questões que envolvam uma análise crítica dos problemas encontrados na sociedade, de modo que os resultados da pesquisa possam alcançar os setores da sociedade que se encontram em situação de maior vulnerabilidade. A motivação, portanto, reside no desenvolvimento de objetos químicos cujos valores estejam vinculados ao contexto social no qual a pesquisa se desenvolve.

Para PPO5 é importante que haja um direcionamento das pesquisas durante os processos de construção do conhecimento químico, para que os objetivos sociais sejam efetivamente alcançados, evitando que, por exemplo, demandas do mercado sejam favorecidas em detrimento de problemas que envolvam a coletividade. Para esse sujeito, a química, enquanto uma ciência que possui um vínculo estreito com o setor produtivo, pode facilmente ter os seus objetivos direcionados para a constituição de objetos químicos cujas propriedades incorporem valores desse setor. Assim, PPO5 questiona a legitimidade desse processo, levando em consideração a perspectiva de que a função das pesquisas desenvolvidas na universidade é a de gerar o bem-estar social. As Unidades de Significado de PPO5 problematizam a percepção de neutralidade do conhecimento químico, segundo a qual, em uma perspectiva linear do processo de inovação, o desenvolvimento de pesquisas básicas necessariamente levaria ao desenvolvimento de tecnologias, que, supostamente, chegariam aos cidadãos na forma de produtos:

Por que o que eu posso, enquanto químico, desenvolver, que envolve conhecimento novo, e que se consiste em demanda social? E isso também é uma questão importante, **porque hoje a pesquisa é direcionada simplesmente para levar o conhecimento para um outro estágio**. Então, eu trabalho em uma área, eu percebo que aqui há uma lacuna que tem que ser pesquisada, e pesquiso. Tudo bem, isso é importante, mas a universidade vem fazendo só isso (PPO5.06).

Então, o Estado deveria proteger essas tecnologias, e definir...por exemplo, **nós temos ali um conjunto de pesquisadores que vão definir - com compromisso social – estratégias pra estruturar que tipo de conhecimento, pra gerar que tipos de bem-estar social, como que vai fazer isso, mas sem, necessariamente, enriquecer um grupo em particular**. Mas, por exemplo, nós estamos falando basicamente de um sistema que não é nem socialista e nem comunista, porque eu não tenho esse sistema hoje definido, mas seria uma pesquisa socialmente administrada do começo ao fim (PPO5.22).

Essas Unidades de Significado demonstram que, para esse professor-pesquisador-orientador, existe uma preocupação social que deve ser anterior ao desenvolvimento das pesquisas. Nessa vertente, portanto, problematizam-se os



processos de construção de conhecimento direcionados apenas para fazer avançar o conhecimento, segundo o qual o conhecimento seria neutro e sempre promoveria o progresso – questões essas discutidas na Categoria anterior.

Para PPO5, o conhecimento químico não é neutro e sofre grande influência de fatores externos a ele, como é o caso dos financiamentos e dos problemas para os quais busca soluções. Assim, a partir dessa compreensão PPO5 argumenta que é possível vincular a produção de conhecimento novo às demandas da sociedade, sendo a ciência, portanto, compreendida enquanto um ato socialmente orientado. Considerando-se o conhecimento científico como um processo de construção social e, portanto, histórico e político, nessa Categoria Emergente valoriza-se a importância de se ter como referência para as pesquisas as condições dadas pelo contexto específico onde ela será desenvolvida.

Como consequência, além de levar em consideração as questões sociais no desenvolvimento de suas pesquisas, o professor-pesquisador-orientador nessa Categoria apresentou uma perspectiva crítica em relação aos processos de produção de conhecimento químico, compreendendo que, esse, por possuir uma relação intrínseca com os meios e processos de produção, acaba sendo influenciado pelas demandas do mercado. Isso, na perspectiva de PPO5, faz com que o conhecimento químico seja utilizado em prol do enriquecimento de apenas alguns setores da sociedade, deixando de lado questões sociais importantes, como mostram as Unidades de Significado:

Eu acho que a gente não faz pesquisa pra quem pode pagar. A gente faz pesquisa...é óbvio que tem uma questão de mercado aí, que você deveria ter a possibilidade de você fornecer esse repelente [desenvolvido pelo pesquisador], por exemplo, em programas sociais, pra evitar que a zica, que a dengue, se proliferem, por exemplo, em regiões como o Norte e o Nordeste brasileiro, com uma alta incidência dessas doenças, e que as pessoas tem menor poder aquisitivo. Quer dizer, nem isso eles querem fazer. **Então, eu acho que como todo conhecimento técnico, científico, tem um grande poder de mercado, assim que ele é visto. E não deveria ser só assim. Eu acho que deveria principalmente ter um componente social** (PPO5.23).

A Química e as Ciências dos materiais, Engenharia Química, Tecnologia da informação, que tem uma relação muito grande com os processos industriais, ela é muito afetada, inclusive pelo fato de ser privilegiada pelo poder econômico, inclusive em termos de matriz do que é pesquisado. Por exemplo, o que é que eu vou pesquisar em uma



determinada área da Química? **Eu vou tentar pesquisar aquilo que eu consigo trazer mais recursos para o laboratório, aquilo que é uma demanda, não necessariamente social, mas de grandes grupos pra poder continuar caminhando no seu enriquecimento, né?** Então, a Química sofre uma pressão muito grande com relação a isso, junto com outras áreas, por ter essa relação intrínseca com os meios de produção (PPO5.28).

Segundo a perspectiva de PPO5, a necessidade de grandes investimentos para a realização das pesquisas, torna a química uma ciência fortemente afetada pelas questões que envolvem a obtenção de financiamento e recursos para os projetos de investigação. Na era tecnocientífica, segundo a qual contemporaneamente a química é uma das grandes representantes, a necessidade de desenvolvimento de novos objetos químicos com valores atrelados às necessidades do mercado faz com que a demanda por recursos direcione boa parte das pesquisas desenvolvidas na área da química.

Esse direcionamento das pesquisas pode ser observado nos processos que envolvem a obtenção de financiamento para a realização das pesquisas. Conforme argumentam Guimarães e Hayashi (2016), Invernizzi (2022), Oliveira (2008a), dentre outros pesquisadores que discutem a maneira pela qual contemporaneamente as pesquisas científicas são avaliadas, a vinculação entre a obtenção de recursos para financiamento das pesquisas e os índices de produtividade atreladas às publicações em revistas científicas faz com que haja um direcionamento para aquelas atividades que geram 'currículo'. Ou seja, em muitos casos, o que se observa é que as pesquisas desenvolvidas no Programa investigado são direcionadas para aquelas atividades que maximizam as métricas e índices de produtividade, já que, é por meio desses índices que os pesquisadores podem obter financiamento para a realização das pesquisas.

Esse processo de publicação e de busca por índices de produtividade acaba gerando um 'ciclo vicioso', no qual, para obter mais financiamento, publica-se mais; publicando-se mais, obtém-se mais financiamento. No entanto, o problema que essa lógica de produtividade apresenta se refere à pouca presença das questões sociais na realização das pesquisas. De maneira geral, estas questões estão pouco presentes nas agendas de pesquisa e, quando aparecem, representam pouco valor no processo avaliativo, conforme argumenta PPO5:

Hoje, **as agências de fomento têm cada vez mais exigido nos relatórios que se coloque atividades sociais. Mas ainda é pro forma. Não é isso que define a nota de um Programa ainda, entendeu?** Então, se o Programa faz ou não faz...se ele faz, ele é elogiado, se ele não faz, mas publica lá, nos principais periódicos, ele continua tendo nota máxima. Eu não estou falando que isso deveria ser simplesmente obrigatório nas agências de fomento, mas deveria se começar uma discussão na sociedade e recuperar esse aspecto social, pra que isso começasse paulatinamente a adquirir, naturalmente, um caráter importante na definição das nossas pesquisas (PPO5.05)

Então, se você pegar os projetos temáticos da FAPESP , do CNPq, dos institutos de pesquisa, todos são voltados para a produtividade. **E aí, você tem grupos conseguindo recursos mais avolumados em áreas que têm alguma aplicação econômica e industrial.** E as outras áreas que não têm essa característica tem recursos...a sobra dos recursos! E só pra dizer que não ficaram excluídas, você coloca lá 80% pra financiar isso e 20% pra financiar o que eles falam de perfumaria, pra justificar...o pessoal da História conseguiu ali 10 mil reais, o pessoal da Filosofia conseguiu 5 mil, e estão tocando os projetinhos deles. Então, é assim que se vê hoje o direcionamento da pesquisa. Por isso que eu sou contra esse conhecimento de...essa divisão entre pesquisa pura e pesquisa aplicada, eu acho que isso é algo que é... também vem da interferência do setor produtivo no conhecimento científico (PPO5.10)

Conforme já discutido anteriormente, a questão que nos chama a atenção é a maneira pela qual a busca por índices de produtividade científica, o qual Oliveira (2008a) denomina de 'surto avaliatório', faz com que as pesquisas estejam cada vez mais aderentes a agendas de pesquisa determinadas por revistas científicas internacionais. Isso as torna cada vez mais distantes de problemas sociais locais, como Invernizzi (2022) destaca em seu trabalho. A presença cada vez mais intensa desses processos avaliatórios nas universidades faz com que cada vez menos os pesquisadores tenham a possibilidade de refletir sobre o seu papel social e sobre como as pesquisas que desenvolvem podem contribuir com a sociedade, a fim de promover efetivamente o bem-estar social para todos.

O problema é que os próprios professores têm muita deficiência na formação com relação ao compromisso social. Então, nós temos sofrido uma pressão muito grande pra cumprir os critérios da CNPq e CAPES...principalmente CNPq e CAPES, que são as avaliadoras dos Programas. Então, nós temos que ter alto índice de impacto, formar pessoas em dois anos no mestrado e em quatro anos, no máximo, no doutorado, enfim, todos esses aspectos...publicar em periódicos de alto impacto...mas, com pouca discussão sobre o verdadeiro papel da pesquisa e como isso pode afetar a sociedade. **Até mesmo por conta...pouca reflexão sobre o nosso papel como professor. Então vejo falhas também dos professores, porque temos falhas na nossa formação em formar cidadãos. Então, no máximo, há um esforço muito grande em formar cientistas, mas, há um direcionamento muito grande para as atividades que geram**

**currículo. Atender a sociedade não gera currículo.** E a universidade é muito além de atender critérios da CAPES, deveria estar muito além disso (PPO5.03)

E, sem dúvida, pra mim, o que conta muito hoje, e tenho visto isso, também, é o que a pesquisa a nível mundial...o que é a moda a nível mundial, também, em termos de aceitar conhecimento pra publicar mais fácil em revista de alto impacto. Por exemplo: nanotecnologia. **É uma área que perpassa várias outras áreas. Então, muitas vezes, o pesquisador dá uma direcionada nas pesquisas pra poder seguir esse caminho aí..."eu preciso ter uma bolsa de pesquisador, eu preciso publicar mais, eu preciso publicar em revista de impacto"**. O que vai direcionar isso nunca é - e aí é que eu acho que é uma reflexão bastante ruim que a gente tem que fazer - nunca é algo relacionado com demanda social (PPO5.11)

**Porque a lógica produtivista impõe também que os melhores artigos sejam publicados nas melhores revistas...revistas, que muitas vezes, não têm nada a ver com a sua realidade.** Então, você acaba jogando água sempre nesse moinho, e dessa visão elitista. Então, qualquer outra pessoa, talvez não tivesse publicado no JBCS, no Journal of the Brazilian Chemical Society, talvez tivesse publicado em um outro periódico. Mas a pergunta que eu faço é "e por que não, no JBCS?". Então, por que é que a gente deveria pegar esse artigo, que tem uma essência e uma qualidade extraordinária, e colocar em uma revista que não tem nada a ver com o nosso contexto? Que não financiou o meu pós-doutorado, que não tem nenhum...né? (PPO5.17)

A partir destas Unidades de Significado, podemos observar que a 'lógica produtivista' no meio acadêmico se apresenta enquanto um problema estrutural, já que direciona as pesquisas, subvertendo-as à lógica neoliberal. Essa lógica faz com que aquelas pesquisas que são mais aderentes a uma aplicação econômica e industrial sejam privilegiadas, enquanto aquelas que abarcam questões sociais, sejam menos valorizadas.

Assim, a relação entre a publicação em revistas científicas de alto impacto e a obtenção de financiamento para a realização das pesquisas, distancia os problemas científicos das questões sociais apresentadas pela sociedade no qual os pesquisadores se encontram. Há, assim, um direcionamento das pesquisas para as atividades que 'geram currículo', e que não, necessariamente, estão próximas das reais necessidades da sociedade, conforme argumenta PPO5:

Então, isso começa já a criar uma classe de professores diferente do restante dos professores, e que é minoria. E que se acham elite. E essa elite é que ganha todos os projetos de pesquisa, porque eles vão ter os melhores índices, vão continuar produzindo mais, vão ter bolsas de pesquisa que financiam suas pesquisas e etc. **Então, é um círculo vicioso muito grande, e que impõe depois a esses pesquisadores continuar nessa limitação no entendimento da Ciência e da universidade, porque essas pessoas não vão ter tempo pra fazer projetos sociais, porque pra justificar a sua bolsa, ele tem que**

**continuar nessa lógica.** Então é muito ruim que isso seja assim, né?  
(PPO5.18)

Este ‘problema estrutural’ que identificamos no modo pelo qual as pesquisas são avaliadas, acaba criando, conforme relatado por PPO5 nas Unidades de Significado apresentadas, ‘castas’ entre os próprios pesquisadores, o que acaba fortalecendo ainda mais a distância entre ciência e sociedade. Assim, aqueles que produzem ‘boa ciência’ apresentam altos índices de produtividade e pesquisam temas que fazem avançar a ciência; e aqueles que buscam desenvolver atividades mais ligadas aos problemas da sociedade, como pesquisas com temáticas sociais e atividades de extensão, acabam sendo menos privilegiados, já que, no sistema de pontuação das atividades acadêmicas, este tipo de ação é menos valorizado.

Esse problema foi identificado por Schnetzler e Souza (2018), ao analisarem as relações de poder existente no campo científico da Química, no qual buscaram compreender como a Licenciatura em Química acaba sendo subjugada pelo Bacharelado em Química. Nas palavras das autoras,

No campo da Química, tal autoridade expressa-se, principalmente, pela maior produção quantitativa e qualitativa de pesquisas publicadas em revistas conceituadas internacionalmente, por financiamentos expressivos de projetos de investigação, por títulos acadêmicos obtidos, por cargos e funções exercidos naquela comunidade e pelo reconhecimento dos pares (Schnetzler; Souza, 2018, p. 13).

Assim, o que podemos constatar, ao analisarmos o Programa de Pós-graduação em Química investigado nesta pesquisa, é que existe um direcionamento das atividades que fazem aumentar os índices de produtividade, sendo que as agendas de pesquisa definidas pelas revistas científicas internacionais e pelos órgãos e agências de fomento acabam delimitando quais problemas de pesquisa são passíveis de serem investigados ou não. Há, portanto, uma subversão nos valores do conhecimento científico: a ciência passa a atender valores da iniciativa privada, tornando-se um bem cujo valor é determinado pelas leis do mercado, e cujo acesso é restrito aos poucos que tem condição de pagar por ele.

Tendo em vista esse cenário, não deveríamos pensar e refletir sobre qual ciência devemos produzir e para quem? E, nesse sentido, refletir sobre ‘como’ ou ‘para atender a quem ou que’ estamos formando nossos alunos em química?

Diante dos dados constituídos nesta pesquisa, o que observamos é que o problema do 'surto avaliatório' se alastra no Programa investigado, invadindo, inclusive, a formação de novos pesquisadores, que acabam se submetendo a essa mesma lógica produtivista. Essa problemática pode ser evidenciada nas Unidades de Significado de PPO5, que mostra como a busca por índices de produtividade têm impactado na formação científica dos estudantes:

[...] mas vejo essa atuação muito pouco privilegiada no Programa. E aí, o que se espera de um aluno que sai dali? O que eu espero que...obviamente que ele vai ter um desempenho científico - e é o que a gente observa dos nossos alunos - muito acima da média, **mas que ele vai reproduzir esse sistema pelo qual ele foi formado. Então, com pouca experiência social, com pouco compromisso social.** No máximo, tendo pena de setores que não são privilegiados pela sociedade, mas tendo pouca iniciativa para mudar a história desse segmento. E só a Educação pode fazer isso (PPO5.14)

Você tem vários concursos hoje, por exemplo, em que você tem um nível de reprovado que você não tinha antes. E isso, pedindo conhecimento básico da área em questão. No entanto, você vê o currículo da pessoa e tem um nível de publicação muito elevado. Então, isso é o quê? **Você dissecou a Ciência, você botou o cara para produzir artigo e não para ser uma pessoa que pensa a Ciência. Ele não deveria estar produzindo dez artigos, mas dois artigos de qualidade e que ele tenha tempo pra ele poder interpretar os resultados.** Várias vezes você ouviu isso: o cara começou uma pesquisa e teve que parar porque "isso não vai levar a nada". Mas não vai levar a nada... 'como assim?'. Quer dizer, que tipo de reflexão a pessoa fez pra poder abandonar isso e mudar de pesquisa, mudar de linha de pesquisa, ou de objeto de pesquisa. Como assim não vai levar a nada? Não vai dar artigo? Então, isso é diferente de não levar a nada. Não dar artigo é um aspecto do todo. Mas acaba sendo o todo...na definição de muitas pesquisas (PPO5.15)

Diante destas Unidades de Significado, consideramos como problemática os caminhos pelos quais tem ocorrido a formação de novos pesquisadores. Segundo nos mostram as entrevistas realizadas com os professores-pesquisadores-orientadores, não parece haver no espaço acadêmico um momento de formação específica que possibilite aos futuros pesquisadores refletirem sobre a sua prática enquanto cientistas e sobre a responsabilidade social que terão de exercer. Isso faz com que certas formas de fazer e de conceber o conhecimento científico acabem sendo reproduzidas, sem que haja o devido questionamento do porquê estas práticas serem realizadas da maneira como o são, ou de que forma outros caminhos de pesquisa são possíveis.

Conforme argumenta Invernizzi (2022), a busca quase que exclusiva por 'métricas e indicadores de qualidade' faz com que haja uma homogeneização

das práticas de produção de conhecimento, o que resulta em perdas epistêmicas significativas. Em geral, o que se encontra são pesquisas com baixa possibilidade de aplicação para resolver problemas encontrados na sociedade, já que esta não é uma questão que orienta a realização das pesquisas.

Além disso, como as agendas de pesquisa são definidas por revistas científicas internacionais, há baixa adesão dos pesquisadores em publicar em revistas locais, “que são essenciais para manter vínculos com atores sociais e formuladores de políticas locais” (Invernizzi, 2022, p. 3, tradução nossa).

Desse modo, as pesquisas raramente levam em consideração problemas sociais reais ao longo do seu desenvolvimento. O que se observa é um produtivismo exacerbado, descolado das demandas sociais e que considera como primordial o avanço do conhecimento científico, em uma perspectiva de neutralidade da ciência. Sendo o conhecimento neutro e passível de ser aplicado em qualquer contexto, a produção de ciência pura se justifica, já que esta, em algum momento, pode resolver os problemas da sociedade.

Apresentamos, a seguir, as Categorias Emergentes resultante da análise das entrevistas com os **doutorandos**, referentes ao **Bloco 1: problemas de pesquisa em química**.

#### 4.1.2 Categorias Emergentes dos Doutorandos referentes ao Bloco 1

Ao questionarmos os doutorandos sobre as principais motivações para a determinação dos problemas de pesquisa que investigam, buscamos compreender, além de aspectos relacionados aos seus interesses pessoais e profissionais na realização do doutorado, de que maneira a aderência a um determinado Coletivo de Pensamento orienta o pensar, o agir e o sentir do que pode ser considerado um problema de pesquisa em química.

Pautamo-nos na premissa de que, para Fleck (2010), a aderência a um Coletivo de Pensamento faz com que os seus membros compreendam os problemas de pesquisa, tendo como base certas predisposições intelectuais e

um perceber orientado, que acabam determinando caminhos e escolhas. Sendo assim, “quanto mais se entra numa área científica, tanto maior se torna o vínculo com o Coletivo de Pensamento, tanto maior a ligação imediata com o pesquisador. Resumindo: aumentam os elementos ativos do saber” (Fleck, 2010, p. 131). Ou ainda, conforme complementa Fleck (2010, p. 131), “quanto mais nos aprofundamos numa área do saber, tanto maior se torna o vínculo a um estilo de pensamento”.

Assim, como resultado do processo de análise e categorização do **Bloco 1: problemas de pesquisa em química**, identificamos duas Categorias Emergentes para os 2. Doutorandos, que podem ser observadas no Quadro 5:

QUADRO 5 - CATEGORIAS EMERGENTES DO BLOCO 1 D: PROBLEMAS DE PESQUISA EM QUÍMICA

Resumo perguntas Bloco 1	Categorias Emergentes das respostas	Nº Unidades de Significado
Principais motivações para a determinação dos problemas de pesquisa que o grupo investiga	Desenvolvimento de ciência e tecnologia visando o setor produtivo	43
	Desenvolvimento de ciência e tecnologia visando questões sociais	22

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A partir desta análise, identificamos duas Categorias Emergentes, a saber, **Desenvolvimento de ciência e tecnologia visando o setor produtivo** e **Desenvolvimento de ciência e tecnologia visando questões sociais**, que podem refletir os *Estilos de Pensamento* do *Coletivo de Pensamento* do qual fazem parte. Essas Categorias Emergentes podem nos dar indícios sobre a maneira pela qual os doutorandos compreendem os processos de construção do conhecimento químico.

A seguir, apresentamos a **Categoria Emergente: Desenvolvimento de ciência e tecnologia visando o setor produtivo**.

#### 4.1.2.1 Metatexto [Bloco 1 D] Categoria 1: Desenvolvimento de ciência e tecnologia visando o setor produtivo



Como resultado da análise das Unidades de Significado das entrevistas realizadas com os doutorandos, relativas ao **Bloco 1: problemas de pesquisa em química**, a Categoria Emergente que apresentou maior incidência foi a **Desenvolvimento de ciência e tecnologia visando o setor produtivo**. Segundo os resultados encontrados para esta Categoria Emergente, a maioria dos doutorandos entrevistados compreende a concepção linear de progresso como o modelo normativo do processo de construção de conhecimento químico. Ou seja, a pesquisa básica é considerada a etapa fundamental do desenvolvimento científico, servindo como base para o desenvolvimento de ciência aplicada e para a produção de tecnologias diversas, visando determinadas aplicações industriais. Isso justificaria o desenvolvimento de pesquisas que fazem avançar o conhecimento, em uma perspectiva de neutralidade científica.

Eu sou suspeita a falar, porque o meu trabalho já foi pra indústria, né? Então, quando você chega em um nível que você consegue ver a aplicabilidade...e o meu foi no sentido de baratear pra indústria. E aí, eram protótipos, fármacos, e **você barateia pra indústria, quer dizer que você barateia no final da cadeia. Então, isso tem um impacto muito grande no bolso do contribuinte, no final**. E aí é que você vê a importância do seu trabalho (D1.06).

**A minha pesquisa poderia permitir uma maior facilidade da humanidade pra alguma ferramenta, pra algum acesso a alguma molécula**, mas só permitiria da minha parte. Tem todas as outras influências dentro da mesma tecnologia, todas as outras esferas políticas que envolvem o desenvolvimento ou não dessa tecnologia para a humanidade (D2.20).

A nosso ver, a identificação desta Categoria Emergente reforça a presença de uma visão segundo a qual o conhecimento químico, em alguma medida, deve servir a fins utilitários, orientado por uma perspectiva de progresso da sociedade por meio avanço do conhecimento químico.

Um ponto que nos chama a atenção nas Unidades de Significado desta Categoria Emergente, a saber, **Desenvolvimento de ciência e tecnologia visando o setor produtivo**, é o reconhecimento de uma perspectiva segundo a qual as pesquisas realizadas em química devem, em alguma medida, estar alinhadas aos interesses da indústria. Ao analisarmos as entrevistas, pudemos constatar que a maioria dos doutorandos reconhece que essa interação seria



benéfica, tanto para a academia quanto para o setor industrial. As Unidades de Significado de D1, D2 e D4 mostram a maneira pela qual os doutorandos compreendem essa relação:

Essa é a pegada do momento que as empresas tão começando a se despertar agora. **Quando vai pra dentro da universidade uma coisa dessas, normalmente fica perdido.** Não tem rapidez o suficiente. Quando a indústria precisa da Química, especificamente, é assim. Eu vejo, porque eu estou atendendo empresa aqui. E eu sei como é que é (D1.07)

[...] um desenvolvimento acadêmico sobre o conhecimento de um determinado mineral, que é o que eu fazia [no mestrado], não é muito *apealing*, não é muito...eu não conseguiria vender esse projeto se eu precisasse de dinheiro, por exemplo. No doutorado, isso foi um outro interesse que eu tive no doutorado, **de aplicar esses materiais em sistemas industriais** pra que eu o transforme...agora que eu já sei como ele se comporta, eu posso então utilizar essa base, de puro conhecimento do meu trabalho, pra alguma aplicação tecnológica, por exemplo (D2.02).

Ao analisarmos estas Unidades de Significado, o que pudemos identificar é uma visão de que a construção de conhecimento químico nas universidades deve ter uma estreita relação com o setor produtivo. Segundo essa perspectiva, este setor, ao se beneficiar dos conhecimentos oriundos da universidade, poderia melhorar a eficiência de seus processos, reduzindo custos e aumentando a produtividade. Desse modo, o maior beneficiado dessa interação seria a população, que teria acesso a produtos com um valor menor e de maior qualidade.

Essa perspectiva se alinha com a **concepção linear de progresso**, segundo a qual o desenvolvimento de pesquisas básicas teria como resultado o bem-estar da população, por meio de um processo que teria como intermediário o setor produtivo.

No entanto, conforme já discutido anteriormente e reforçado pela Unidade de Significado de D2, a problemática que identificamos nessa concepção é a de que os interesses desses Coletivos de Pensamento são divergentes: enquanto a universidade busca produzir conhecimento acessível a toda parcela da sociedade, o setor produtivo busca conhecimento 'privado', que a possibilite aumentar o seu lucro. Isso faz com que haja uma restrição de acesso aos produtos oriundos dessa interação, já que o que interessa ao setor produtivo não

é tornar esses produtos acessíveis para toda a parcela da população, mas, sim, para aqueles que podem pagar por eles.

Eu gostaria que as indústrias fizessem tudo para a humanidade assim como a academia faz? Sim! Inclusive, seria muito mais fácil essa conversa. **Na indústria em que eu trabalho, por exemplo, não se confia em universidades, porque eles querem publicar.** Publicar é o completo oposto do que eles querem. Eles querem manter o segredo pra eles. Portanto, eu acredito, realmente, que na indústria há muito desenvolvimento científico, quando bem feito. Mas ninguém fica sabendo. Portanto, não chega a ser um desenvolvimento científico para a Ciência, além de para a indústria (D2.06).

Os interesses do setor produtivo distintos daqueles que envolvem questões societárias, já que o que se busca, ao final, é uma forma de reduzir os seus custos de produção a fim de conquistar maiores parcelas do mercado (Dagnino, 2014). Desse modo, o interesse não reside no bem-estar da população, mas, sim, em conseguir um maior número de consumidores para os seus produtos.

Assim, de maneira correlata ao que identificamos na Categoria Emergente **Desenvolvimento de Ciência e tecnologia orientadas pela concepção linear de progresso**, resultante da análise das Unidades de Significado dos professores-pesquisadores-orientadores, em nossa análise das Unidades de Significado, da maioria dos doutorandos, também encontramos uma percepção segundo a qual existe um distanciamento dos problemas identificados como relevantes pelo setor industrial com aqueles problemas investigados pelos químicos nas universidades.

Ao menos no caso brasileiro, esse distanciamento acaba por insular o conhecimento químico produzido nas universidades em relação à sociedade. Diante desse cenário, a produção de ciência básica é favorecida, apesar de ter que ser 'camuflada' como ciência aplicada para a obtenção de financiamentos, conforme argumenta D7:

Então, eu acho que, de certa forma, a gente vive uma crise da aplicabilidade. Tudo tem que ser aplicado. Mas, é de fato a minha percepção, talvez um pouco enviesada porque eu gosto da pesquisa básica. A pesquisa pela pesquisa. Então, talvez esteja enviesado, de certa forma, mas, **eu acho que muitas vezes, a gente tem que camuflar algo que é bem básico para que ele possa ser vendido, para que ele possa ser palatável.** Para quem não é da área, para quem decide, para o burocrata que vai escolher se vai financiar ou não

vai, e assim por diante. Então, eu acho que existe a distinção [entre a pesquisa básica e a pesquisa aplicada], mas, pra alguns fins, a gente tenta mostrar que [essa distinção] não existe (D7.04)

O que essas Unidades de Significado demonstram é uma percepção de que a ciência básica é livre de valores. Ao desenvolverem pesquisas básicas, a ‘pesquisa pela pesquisa’, os doutorandos reconhecem que esta é uma forma de produção de conhecimento livre de qualquer influência externa, podendo ser considerado um conhecimento ‘puro’. A nosso ver, essa visão tem suas raízes em uma perspectiva segundo a qual o conhecimento científico é neutro, objetivo, factual e cada vez mais próximo do mundo tal qual ele se apresenta, não sendo, portanto, influenciado por fatores históricos e sociais. Apesar de reconhecerem que o conhecimento é influenciado por questões como falta de recursos e pela necessidade de publicar em revistas de alto fator de impacto, as quais podem impactar os processos de produção de conhecimento, parece não haver um questionamento sobre como o conteúdo mesmo daquilo que é produzido, incluindo as pesquisas básicas, possuem raízes históricas e sociais.

Segundo essa percepção, a utilização desse conhecimento para fins utilitários não seria de responsabilidade do cientista que o desenvolveu, já que, a pesquisa básica não teria qualquer relação com valores sociais, éticos, políticos ou econômicos, sendo, portanto, um conhecimento que teria como objetivo e finalidade a descrição do mundo tal qual ele se apresenta. Conforme argumenta o pesquisador e filósofo da ciência Marcos Barbosa de Oliveira (2008b, p. 97), “ao isolar a ciência da esfera valorativa, a tese da neutralidade, primeiro, coloca a ciência fora do alcance de questionamentos em termos de valores sociais”.

Ainda argumentando sobre a tese da neutralidade, Oliveira (2008b, p. 98, grifo nosso) a apresenta de acordo com três orientações: a neutralidade temática, a neutralidade metodológica e a neutralidade factual:

1. Tese da neutralidade temática: a ciência é neutra porque o direcionamento da pesquisa científica, isto é, a escolha dos temas e problemas a serem investigados, responde apenas ao interesse em **desenvolver o conhecimento como um fim em si mesmo**.

2. Tese da neutralidade metodológica: a ciência é neutra porque procede de acordo com o método científico, segundo o qual a escolha racional entre as teorias não deve envolver, e de maneira geral **não tem envolvido, valores sociais**.

3. Tese da neutralidade factual: a ciência é neutra porque não envolve juízos de valor; **ela apenas descreve a realidade, sem fazer prescrições; suas proposições são puramente factuais**.

Diante disso, ao analisarmos as Unidades de Significado da maioria dos doutorandos, o que pudemos identificar de maneira predominante, foi uma visão de construção de conhecimento químico segundo a perspectiva da neutralidade científica, que vê, no fazer científico, uma aproximação real e progressiva da descrição do mundo 'como ele realmente é'. E justamente pelo fato de essa descrição ser verdadeira, a pesquisa básica poderia ser utilizada como fundamento para fins utilitários, sendo o desenvolvimento de tecnologia a sua principal forma de materialização e disseminação.

Temos, assim, entre a maioria dos doutorandos, uma perspectiva segundo a qual a pesquisa básica, produtora de conhecimento universalmente válido e teoricamente verdadeiro, seria a primeira etapa rumo ao progresso científico e tecnológico da sociedade. Ou seja, a ciência básica deveria promover a pesquisa aplicada, resultando no desenvolvimento econômico da sociedade com um conseqüente bem-estar da população.

No entanto, quando analisamos essa visão de ciência no contexto brasileiro, vemos que esse é um caminho difícil e problemático. Em parte, isso acontece, pelo fato de que os problemas encontrados em terras brasileiras não são de interesse de grandes empresas multinacionais que se instalam em nosso país. Isso enfraquece a possibilidade de que haja o desenvolvimento de relações entre setor produtivo e setor acadêmico no contexto nacional.

O que parece, de fato, orientar os caminhos das pesquisas conduzidas no Programa investigado são as métricas envolvidas no processo avaliativo ao qual são submetidas essas pesquisas. Essas métricas de produtividade servem como indicadores de excelência acadêmica e são utilizadas como 'moeda de troca' para a obtenção de financiamentos e recursos para o desenvolvimento das pesquisas.

Esse aspecto da produção de conhecimento químico pode ser evidenciado nas Unidades de Significado de D7, o qual reconhece que, contemporaneamente, vivemos uma ‘crise de aplicabilidade’, muito em função dessa necessidade de que as pesquisas sejam rentáveis e que ofereçam um bom retorno aos que nela investiram:

Olha, eu acho que, na verdade, a distinção [entre a pesquisa básica e a pesquisa aplicada] existe, apesar de que **a minha percepção é a de que a gente tenta, em alguns casos, talvez camuflar a pesquisa básica de pesquisa aplicada. Eu tenho essa percepção.** E eu não falo isso pelo meu grupo. Eu digo isso por ter essa percepção de maneira geral. Quando eu vejo, às vezes o pessoal no laboratório “ah, eu posso usar isso como fármaco, e tal”, e aí quando você vai ver todo o caminho que precisa ter... normalmente, as farmacêuticas não estão interessadas. **Então, me parece muito mais uma forma de você conseguir vender a ideia para quem dá o financiamento (D7.02)**

Porque, eu devo dizer, que eu sempre fui muito interessado por pesquisa básica. Então, eu sinto que, de certa forma, existe essa dificuldade, porque se você for oferecer para algum órgão de fomento “- ah, eu quero entender esse fenômeno”, “- mas, porquê?”, “- ah, porque me interessa, me incomoda”, não é uma justificativa plausível, né? Mas, se você disser “ah, não, mas existe tal problema que eu acho que eu consigo resolver aqui”, aí a história muda. **Então, eu acho que, de certa forma, a gente vive uma crise da aplicabilidade. Tudo tem que ser aplicado (D7.03).**

Essas Unidades de Significado refletem, a nosso ver, um processo contemporâneo de *mercantilização da ciência*, identificado por Oliveira (2023) ao analisar a maneira pela qual a ciência vem sendo coagida a produzir resultados cada vez mais inovadores e rentáveis. Conforme argumenta o autor, a principal consequência deste processo é que há um peso muito grande na escolha dos temas e problemas a serem investigados pela ciência, os quais devem, ao final, gerar aplicações que favoreçam a obtenção de lucro. Diante desse cenário de desenvolvimento, o conhecimento científico assume a forma de mercadoria.

Na ciência mercantilizada, portanto, o critério fundamental na avaliação de projetos é a rentabilidade – um valor social, externo à ciência, e não o valor interno do conhecimento como um fim em si mesmo. Ora, quem determina o que é e o que não é rentável é o mercado e, desse modo, conclui-se que, com a mercantilização, os destinos da ciência ficam nas mãos do mercado (Oliveira, 2008b, p. 112).

Essa análise realizada por Oliveira (2023), demonstra a maneira pela qual a ciência contemporânea se mostra imersa no contexto neoliberal. Como nesse contexto, os objetos químicos são de interesse do mercado, os critérios aos quais as pesquisas são submetidas devem atender aos critérios de quem

financia as pesquisas. Resta saber, portanto, quais são esses interesses, já que são eles quem, em grande medida, direcionam as pesquisas desenvolvidas no contexto nacional. Essas são questões importantes, mas que fogem ao escopo deste trabalho. No entanto, certamente envolvem questões públicas de Ciência & Tecnologia em nosso país, e quais direcionamentos mais amplos a ciência nacional tem recebido.

Acreditamos que todos esses questionamentos e argumentos rompem com a perspectiva de que, ao menos contemporaneamente, seria possível a produção de um conhecimento neutro, livre de valores e alheio aos contextos sociais, políticos, econômicos e históricos no qual são produzidos. Além disso, essas questões demonstram como uma discussão sobre os objetivos e valores envolvidos nos processos de produção de conhecimento químico são relevantes e dignos de maior discussão no contexto nacional.

Além de serem um processo fundamental daquilo que Fleck (2010) denomina de **ciência dos periódicos**, que corresponde à socialização do conhecimento científico produzido nas universidades, **as métricas científicas** tornam o processo de mercantilização da ciência ainda mais eficiente, já que, convertidos em sinal de competência, produtividade e mérito acadêmico, legitimam a presença do pensamento neoliberal no ambiente acadêmico. Isso pode ser evidenciado nas Unidades de Significado de D7, D4 e D2, os quais reconhecem esse tipo de avaliação nas universidades como problemática:

É, então, eu imagino que a existência das métricas influenciam muito além, muito além do que simplesmente o financiamento, ou simplesmente uma questão tão prática ali do objetivo dela, que é comparar. **Então, eu acho que acaba se tornando parte da cultura das pessoas da pós-graduação, que pode ser muito ruim.** Que pode ser muito ruim (D7.31).

[...] algumas vezes, as pesquisas acabam tendo uma certa moda na hora de ser desenvolvida. Então, pegando, por exemplo, hoje em dia, na Química, podem ser vistas as pesquisas que estão mais na moda, por assim dizer, são **alguns ramos, que eles acabam sendo mais fáceis o direcionamento de recursos, acaba sendo mais fácil a publicação de artigos na área** (D4.08).

**Essa obrigatoriedade de publicar alguma coisa, com certeza compromete a qualidade das coisas que são publicadas.** Simplesmente porque a gente precisa publicar. “Nós precisamos publicar!”. Pode ser um trabalho xexelento? Não, mas...pode ser um

trabalho que não...que poderia ser melhor, e não foi, por exemplo?  
Porque isso acontece, com certeza (D2.19).

Ao analisarmos essas Unidades de Significado, identificamos a presença das métricas e índices de produtividade como reguladores das pesquisas acadêmicas em química. Estas, ao direcionarem as pesquisas, acabam por favorecer temas e problemas de pesquisas muitas vezes alheios aos problemas sociais que o contexto local exige. A consequência desse processo é que, na maioria dos casos, a busca por índices de produtividade acaba se tornando um fim em si mesmo na realização das pesquisas.

Diante das considerações expostas, o que pudemos identificar ao analisarmos o **Bloco 1: problemas de pesquisa em química**, para a maioria dos doutorandos, foi a influência do processo de formação doutoral na construção do Estilo de Pensamento, e como este processo delimita e coage a forma de pensar dos iniciados.

De acordo com Fleck (2010, p. 99), o processo de “introdução didática numa área envolve um tempo em que predomina um ensino puramente dogmático. Prepara-se um intelecto para uma área, acolhe-se o mesmo num mundo fechado, dá-se a ele uma espécie de benção de iniciação”. A formação do iniciado em um Estilo de Pensamento acontece por meio de uma sugestão puramente autoritária de ideias, na qual acontece uma “suave coação” (Fleck, 2010, p. 155).

Assim, o pertencimento a um Coletivo de Pensamento, composto por membros do círculo esotérico, neste caso, os professores-pesquisadores-orientadores, faz com que os seus membros iniciados adquiram uma visão condicionada na forma e no conteúdo dos problemas de pesquisa que são investigados pelo grupo.

Desse modo, pudemos identificar que para a maioria dos doutorandos entrevistados, há um pressuposto implicitamente adotado de que ‘o progresso da sociedade se daria por meio do desenvolvimento de pesquisas básicas’, correspondendo ao que Fleck (2010) denomina de ‘acoplamentos ativos’. Os resultados destas pesquisas, convertidos em objetos químicos dotados de



tecnologia, corresponderiam, nesse sentido, aos acoplamentos passivos (Fleck, 2010), ou seja, os resultados inevitáveis das relações estabelecidas entre os acoplamentos ativos.

Essa análise nos mostra como o pertencimento a um determinado Coletivo de Pensamento fortalece o tráfego **intraColetivo de Pensamento**, o qual promove o fortalecimento das formações de pensamento e tornam as convicções e crenças inabaláveis. Assim, pelos resultados obtidos com as análises, verificamos nas Unidades de Significado dos doutorandos a presença da visão de ciência e tecnologia orientadas pela concepção linear de progresso.

Esses resultados corroboram aqueles encontrados por Sjöstrom (2013a), que realizou um estudo no qual examinou visões sobre a pesquisa científica e suas interações com a sociedade apresentadas por estudantes de doutorado, que trabalhavam em dois programas distintos de pesquisa em química na Suécia: um com orientação industrial e o outro com orientação ambiental. O autor realizou entrevistas semiestruturadas de aproximadamente 1 h, com um total de 13 estudantes.

Na realização da pesquisa, Sjöstrom (2013a) abordou questões relacionadas à formação do doutorando; a importância da própria pesquisa; a visão da relação com a indústria; a percepção sobre o programa de pesquisa ser ecologicamente correto; o objetivo da pesquisa de forma mais geral; a visão sobre a tendência de que muitas pesquisas atuais são motivadas por necessidades sociais; a visão sobre a pesquisa básica; e a visão sobre a interação entre economia e ecologia. Os resultados encontrados pelo autor indicam que, em geral, a maioria dos estudantes via o envolvimento das indústrias nos programas de investigação como algo positivo.

Além disso, Sjöstrom (2013a) relata que cerca de dois terços dos alunos de doutorado entrevistados eram 'pós-acadêmicos', no sentido de que enfatizavam a colaboração com a indústria (não apenas como uma forma de obter financiamento) e a importância da utilidade (instrumental) dos resultados da pesquisa. O restante dos alunos de doutorado foi considerado pelo autor como tradicionalmente acadêmico, no sentido de que enfatizavam a pesquisa básica.



Em algumas respostas, Sjöstrom (2013a) destaca que o conceito de 'química verde' foi criticado por seus riscos de ser apenas uma maneira para a indústria (química) melhorar sua imagem pública, sem que haja mudanças reais, referindo-se a um 'negócio verde'. Ou, também, como uma maneira para a universidade obter financiamento para pesquisa, tomando como base o discurso da modernização ecológica, que é o discurso dominante entre governos europeus e agências de financiamento de pesquisa

Com base nas entrevistas realizadas com os treze estudantes de doutorado, Sjöstrom pode identificar quatro visões sobre a ciência, brevemente descritas como:

1. o estudante vê o trabalho de doutorado principalmente como um emprego e não o problematiza;
2. o estudante aceita o discurso de política de inovação estabelecido, mas é cético em relação à pesquisa acadêmica tradicional;
3. o estudante vê a colaboração da indústria como uma forma de obter financiamento, que pode ser usado para o desenvolvimento de pesquisa acadêmica, sem necessariamente atender à indústria;
4. o estudante problematiza tanto a pesquisa disciplinar quanto a colaboração da indústria (Sjöström, 2013a, p. 2438).

O autor conclui o seu trabalho destacando que a maioria dos estudantes de doutorado enfatizou a utilidade e inovação como princípio das pesquisas — em linha com o discurso dominante sobre política de pesquisa— ou adotou a visão tradicional da ciência como objetiva e independente do contexto. Foram poucas as respostas que problematizaram tanto as questões desenvolvidas nas universidades quanto a relação entre universidade e setor produtivo, da mesma maneira como as Unidades de Significado encontradas nesta Categoria.

Apresentamos, a seguir, a segunda Categoria Emergente resultante da análise das entrevistas com os doutorandos referentes ao Bloco 1: problemas de pesquisa em química, denominada Desenvolvimento de ciência e tecnologia visando questões sociais.

#### 4.1.2.2 Metatexto [Bloco 1 D] Categoria 2: Desenvolvimento de ciência e tecnologia visando questões sociais

Nesta Categoria Emergente, a qual denominamos **Desenvolvimento de ciência e tecnologia visando questões sociais**, encontramos como respostas dos doutorandos aos questionamentos sobre as principais motivações para a determinação dos problemas de pesquisa que o grupo investiga, a perspectiva de que o conhecimento químico deve, em alguma medida, ser pensado e desenvolvido a partir de problemas sociais identificados em contextos sociais específicos.

Ao analisarmos as Unidades de Significado desta Categoria Emergente, identificamos que uma das principais motivações apresentadas pelos doutorandos para o desenvolvimento das pesquisas está relacionada com a visão de que o conhecimento químico pode ser um elemento potente no enfrentamento de questões sociais que o nosso país apresenta, e que os problemas de pesquisa em química devem ser analisados em relação com o contexto social no qual estas se desenvolvem.

Então, só na escala laboratorial, eu acho que já tem que ter uma noção do impacto que você vai estar gerando, e se **isso vir a ser um produto industrial ou comercial, tem que pensar dez vezes mais, porque a escala vai aumentar, e, então, o impacto disso vai ser ainda maior** (D8.42).

Então, eu fiz, gerei esse conhecimento com uma outra finalidade, e daí vem uma outra pessoa que foi lá e viu uma outra finalidade, para o seu interesse, e transformou aquilo. Então, eu acho que, como químicos, em um todo, tem que ter de certa forma, o impacto de que “ah, vamos tentar fazer as coisas para terem finalidades que realmente sejam **úteis para a sociedade e não para uns poucos da sociedade, e fazerem algo que vai ser apenas benéfico para elas**” (D8.43).

Então, é aí que surge essa parte de energias renováveis. E, também, dentro dessa área, tem outras questões, por exemplo, **as energias renováveis que são intermitentes, e então, não são tão confiáveis para fornecer energia para todos** (D6.05)

O que essas Unidades de Significado parecem demonstrar é a presença de reflexões sobre questões sociais e a sua relação com o contexto no qual as pesquisas são desenvolvidas. Ao reconhecerem que as pesquisas científicas,

em especial, as realizadas em química, não dão conta de todas as questões que a sociedade enfrenta, os doutorandos apresentam uma perspectiva segundo a qual o conhecimento químico deve ser analisado pelo viés da criticidade, sendo necessário, portanto, que este seja construído em estreita relação com os problemas identificados em sociedade.

Desse modo, nesta Categoria Emergente, as respostas dos doutorandos aos questionamentos sobre os problemas de pesquisa em química indicam a presença de uma visão que leva em consideração não apenas a produção de conhecimento químico em si, mas, também, as *consequências* desse conhecimento em sociedade. Nesse sentido, os pesquisadores reconhecem que este conhecimento não pode ser avaliado apenas em termos da cientificidade, já que, ao se fazer presente em contextos sociais específicos, os seus resultados podem ser cientificamente válidos, porém, socialmente inadequados. Um exemplo deste tipo de aplicação do conhecimento científico em sociedade pode ser visto na Unidade de Significado de D8:

Por exemplo, se eu consigo produzir a rota sintética de um novo pesticida, e ela seja mais limpa – se é que isso é possível -, mas ainda esse **pesticida vai ser usado em grandes monoculturas, de pessoas que vão ter monoculturas soja, de milho, de não sei o quê, e não vai estar favorecendo a agricultura familiar, e aí as pessoas que vão estar aplicando esse pesticida vão estar ingerindo esse pesticida.** E daí, talvez, por mais que a rota de preparo seja muito verde, uma Química verde, a pessoa que vai estar trabalhando e manuseando aquilo...vai ter um impacto na saúde dela. Então, eu acho que é um conjunto muito maior, tem que pensar “isso que eu estou produzindo vai favorecer quem? Vai ter qual impacto na sociedade?” (D8.23).

Ao refletir sobre o desenvolvimento de uma suposta Química verde, cujas rotas sintéticas seriam mais limpas em relação a outros processos mais tradicionais, D8 enfatiza a necessidade de se compreender como os objetos químicos resultantes dessa abordagem sintética impactarão a sociedade. Desse modo, para D8, não seria apenas em termos de rotas sintéticas mais sustentáveis que o conhecimento químico deveria ser analisado, mas, também, em termos de quais relações estes objetos químicos estabelecerão com a sociedade.

Assim, apesar de os doutorandos reconhecerem que o desenvolvimento de pesquisas básicas é uma etapa importante e fundamental para o desenvolvimento de novas tecnologias, eles também compreendem que é uma atribuição dos químicos refletirem sobre os usos e consequências dos objetos químicos em sociedade, de modo que os benefícios desta ciência possam contemplar todos os estratos da população. Para que isso possa acontecer, é necessário que durante o processo de construção de conhecimento essas questões já sejam levadas em consideração, pois podem ter reflexos em suas aplicações posteriores.

Tendo em vista essas considerações, argumentamos que esta Categoria Emergente se relaciona com a Categoria Emergente **Desenvolvimento de ciência e tecnologia orientadas por questões sociais**, que identificamos ao analisarmos as respostas dos professores-pesquisadores-orientadores ao Bloco 1: problemas de pesquisa em química. Segundo essa Categoria, os problemas de pesquisa em química devem ser pensados em relação com o contexto social no qual as pesquisas são desenvolvidas, devendo, em alguma medida, atender aos interesses de toda a população, e não apenas aos de alguns poucos privilegiados. Isso pode ser evidenciado, por exemplo, na Unidade de Significado de D6, o qual reconhece que a presença de interesses econômicos oriundos do setor produtivo nas universidades pode impactar negativamente a autonomia dos pesquisadores, e que, por isso, é necessário refletir sobre essa relação:

É necessária que exista a relação entre indústria e pesquisadores para suprir certas necessidades, pesquisar processos e matérias que possam ajudar as indústrias e chegar finalmente a um produto que vai beneficiar o consumidor. **Mas, muitas vezes, acho que tenha um perigo aí, nessa relação, enquanto os interesses econômicos prevalecem. Porque, muitas vezes...o ideal é que os interesses econômicos não cheguem à pesquisa.** Que seja sempre transparente e que todos os pontos que tenham que ser vistos sejam alcançados. Por exemplo, se o produto desenvolvido vai ter algum perigo, tem que ser dito qual o perigo. E aí, tem que ter regulação, ou qualquer coisa que seja necessária para que não se torne algo perigoso para a sociedade. Porque, muitas vezes, pode acontecer que esse interesse econômico vai fazer com que os interessados não pensem nos perigos que estão envolvidos (D6.07)

Assim, ao reconhecer que o conhecimento químico deve ter o seu valor analisado sob o viés dos benefícios que este pode trazer à sociedade, a Unidades de Significado de D6 nos mostra como os interesses econômicos

podem estar presentes nas pesquisas realizadas pelos químicos. A depender do contexto, estes interesses podem orientar os rumos das pesquisas desenvolvidas, reduzindo a autonomia dos pesquisadores frente aos problemas investigados. Em parte, esse cenário pode se intensificar a depender das fontes de financiamento para a realização das pesquisas e/ou dos editais que estabelecem critérios para disponibilização de recursos governamentais.

Um outro fator de influência que pudemos identificar durante a análise das Unidades de Significado dos doutorandos foi a maneira pela qual as métricas de publicação impactam o processo de construção de conhecimento químico. Essas métricas, segundo os doutorandos D8 e D6, acabam criando uma necessidade de produção de conhecimento 'publicável', que, não necessariamente, respeita o tempo necessário para o amadurecimento de ideias científicas.

Eu acho que gera uma pressão que em alguns pontos pode ser positivo, porque você vê um trabalho sendo fechado, ter volume de trabalho e ter uma resposta ali, por alguma questão, sendo respondida por algum trabalho que você fez é muito gratificante; é um processo interessante, é muito legal você ver "ah, nossa, eu consegui produzir um artigo científico, foi publicado". Mas, eu acho que, por outro lado, **pode gerar uma pressão excessiva pelo resultado em si e não pelo processo de fazer Ciência, que muitas vezes vai envolver muito mais reflexão...tem um tempo que não é o tempo da academia pra publicação** (D8.39).

E eu acho que tem um limite até onde isso é saudável, e até onde isso acaba só sendo produtivista, e você tendo que só trabalhar, trabalhar, trabalhar pra ter aquela finalidade. E aí, você **acaba tornando o processo, que é muito mais importante, que eu acho que é o processo do desenvolvimento científico, que é o que realmente vai fazer com que você evolua, e com que a Ciência como um todo e a sociedade evoluam, acaba ficando um pouco de lado**, e até mais estressante, porque fica muito com o olho no produto final, que é o artigo científico (D8.40)

As métricas impulsionam um artigo, uma publicação. E, então, **essa pressão faz com que você, na sua pesquisa, tenha que ter resultados rápidos, que sejam publicáveis**. E depois é que você faz a sua pesquisa ((risos)). Depois que você tenha resultados publicáveis, é que você pode realizar a sua pesquisa tranquilo, basicamente. Então, talvez, essa medida deve estar simplesmente como que para fazer com que os pesquisadores sempre estejam tentando produzir conhecimento. Mas, o ruim dessa parte é sempre ter essa pressão de ter que fazer coisas rápidas, que talvez não sejam de uma qualidade tão boa (D6.03)

Assim, o que essas Unidades de Significado nos mostram são as influências de fatores externos nos processos de construção de conhecimento químico, os quais delimitam, orientam e restringem aquilo que é produzido. No caso das publicações científicas, esse processo acaba gerando uma tensão e competitividade, induzindo a busca por resultados que sejam publicáveis a fim de alcançar as métricas de produtividade.

Em uma perspectiva Fleckiana, o que pudemos identificar ao analisarmos as Unidades de Significado dos doutorandos no **Bloco 1: problemas de pesquisa em química**, foi a influência do processo de formação doutoral no desenvolvimento das pesquisas realizadas no Programa investigado, e como essas influências moldam Estilos de Pensamento.

Apresentamos, a seguir, as Categorias Emergentes das respostas dos **doutores egressos** aos questionamentos referentes ao **Bloco 1: problemas de pesquisa em química**.

#### 4.1.3 Categoria Emergente dos Doutores Egressos referente ao Bloco 1

Ao analisarmos as respostas dos doutores egressos referentes aos questionamentos do Bloco 1: problemas de pesquisa em química, buscamos compreender como o Estilo de Pensamento desses sujeitos, que passaram a fazer parte do *círculo esotérico*, foi moldado e orientado pelo Coletivo de Pensamento do qual fizeram parte. Nossa análise teve como objetivo compreender o resultado do processo formativo pelo qual passaram no Programa investigado, a fim de verificar quais perspectivas eles apresentavam sobre a química e sobre como esse conhecimento é construído.

Como resultado do processo de análise e categorização do **Bloco 1: problemas de pesquisa em química**, identificamos uma Categoria Emergente para os 3. Doutores egressos, que pode ser observada no Quadro 6:

QUADRO 6 - CATEGORIAS EMERGENTES DO BLOCO 1 E: PROBLEMAS DE PESQUISA EM QUÍMICA

Resumo perguntas Bloco 1	Categorias Emergentes das respostas	Nº Unidades de Significado
Principais motivações para a determinação dos problemas de pesquisa que o grupo investiga	Desenvolvimento de ciência e tecnologia orientadas por questões de sustentabilidade e de saúde	69

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

A partir desta análise, consideramos ser possível argumentar que nas respostas aos questionamentos sobre as principais motivações para a determinação dos problemas de pesquisa investigados pelos doutores egressos, identificamos uma Categoria Emergente (Quadro 6), a saber, **Desenvolvimento de ciência e tecnologia orientadas por questões de sustentabilidade e de saúde**, que pode refletir os *Estilos de Pensamento* do *Coletivo de Pensamento* do qual fizeram parte. Essa Categoria Emergente pode nos dar indícios sobre a maneira pela qual os doutores egressos compreendem os processos de construção do conhecimento químico.

A seguir, apresentamos a **Categoria Emergente: Desenvolvimento de ciência e tecnologia orientadas por questões de sustentabilidade e de saúde**.

#### 4.1.3.1 Metatexto [Bloco 1 E] Categoria 1: Desenvolvimento de ciência e tecnologia orientadas por questões de sustentabilidade e de saúde

Ao analisarmos as Unidades de Significado dos doutores egressos em relação aos questionamentos sobre o Bloco 1: problemas de pesquisa em química, identificamos uma Categoria Emergente, denominada **Desenvolvimento de ciência e tecnologia orientadas por questões de sustentabilidade e de saúde**. Nesta Categoria Emergente, pudemos identificar entre os doutores egressos, uma perspectiva de que a ciência química deve ter como objetivo desenvolver pesquisas que possam, de alguma maneira, contribuir com a sociedade, em especial, em questões de sustentabilidade e de saúde. A presença de questões de pesquisa que abordam o desenvolvimento de fontes de energias renováveis, a preservação do ambiente, a análise de águas



contaminadas, o desenvolvimento de fármacos, dentre outros temas que têm como objetivo contribuir com problemas ambientais e de saúde identificados em sociedade, foram recorrentes, e mostram, a nosso ver, uma orientação mais aplicada para os problemas de pesquisa investigados.

[...] eu sempre tive um viés energético, de trabalhar com hidrogênio, com produção de hidrogênio pra geração de energia, sempre foi o tópico que eu tive um prazer e uma necessidade, sabe? De querer buscar uma alternativa...igual eu falei pra você, **eu vou buscar uma alternativa que ajude a sociedade de alguma maneira, sabe?** (E7.2.01).

[...] eu sempre gostei de trabalhar com plantas. Eu acho incrível. É um mundo incrível. **Você ver a potencialidade das plantas, pensando também na preservação, mostrar o potencial das plantas.** Quem sabe abrir os olhos pra diminuir um pouco essa questão do desmatamento, né? Preservar, e não desmatar. Então, ver a potencialidade das plantas, mostrar, né? (E1.1.02).

Como que elas podem contribuir com a sociedade? Certo...bom, pensando na parte dos herbicidas, **pode contribuir fornecendo informações dos impactos ambientais, dos riscos aos quais estão expostas...mais nesse sentido.** Porém, eu sei que não é a partir de artigos científicos que isso vai acontecer, porque a sociedade não vai ler os artigos científicos, que estão lá nas bases de dados que são restritas às universidades. A gente sabe que isso vai ficar restrito ao grupo de pesquisadores. Não vai chegar à sociedade (E4.1.02).

[...] eu queria ver onde eu poderia ajudar a sociedade. Contribuir com alguma coisa, deixar alguma coisa ali, pelo menos plantar uma sementinha ali pra colher frutos futuramente para a sociedade. **Então, como o câncer a gente sabe que é uma doença que mata milhares de pessoas todos os anos, eu achei...isso me motivou, né?** (E6.1.03)

**A principal motivação foi sempre pelo diagnóstico de doenças, ou seja, para poder...ou pela detecção de micropoluentes, ou seja, uma forma de contribuir para a sociedade com o meu estudo e com a minha pesquisa, né?** Então, eu sempre fui motivada por esse lado, né? De gerar algum trabalho que pudesse contribuir, ou, ao menos, gerar um conhecimento para que outras pessoas pudessem usar como fonte pra posterior aplicação (E3.1.06).

Podemos observar que estas Unidades de Significado apresentam uma visão de que a química deve estar à serviço da sociedade, desenvolvendo produtos e serviços que possam contribuir com a população, em especial, nos temas de sustentabilidade e de saúde. Esta perspectiva sobre a química e seus processos de construção estão em consonância com os argumentos de Sjöstrom (2006) sobre a prática de pesquisa em química, que, segundo este autor, mudou muito nas últimas décadas. Segundo o autor, essa mudança ocorreu, em parte, devido aos avanços na instrumentação científica, que permitiram explorar áreas antes dificilmente alcançadas, e também, devido às relações da química com a



biologia e a medicina, que tiveram um enorme efeito na escolha de questões de pesquisa em química.

Assim, o que podemos observar entre os doutores egressos do Programa é uma perspectiva de que as pesquisas em química devem estar voltadas para o desenvolvimento de objetos químicos dotados de tecnologia, e que esses objetos possam trazer soluções para os problemas encontrados na sociedade. Desse modo, seria por meio do desenvolvimento científico e tecnológico que a sociedade poderia progredir. A princípio, as questões que norteariam as pesquisas em química seriam aquelas identificadas como problemáticas na sociedade, sendo o papel dos químicos, então, encontrar soluções para estes problemas.

Entretanto, assim como na análise realizada para os sujeitos anteriores (1. professores-pesquisadores-orientadores e 2. Doutorandos), identificamos também dois fatores que contribuem para que a inclinação para estes temas estejam presentes entre os doutores egressos: 1) a necessidade de publicação de artigos a fim de alcançar os índices de produtividade necessários para as atividades acadêmicas (concursos, editais, financiamentos, progressão na carreira) e 2) uma possível aplicação destes conhecimentos químicos no setor produtivo. As Unidades de Significado de E7.1 abordam essas questões, mostrando a maneira pela qual os editais de financiamento para pesquisas orientam, em larga medida, os problemas de pesquisa que podem ser almejados pelos pesquisadores.

Eu vejo como resolução de problemas. Quando a gente traz um projeto, escreve um projeto, a gente está tentando resolver um problema. Por mais que seja em uma esfera pequena, mas é resolver um problema. Não, isso com certeza! **Tanto que grandes projetos que têm grandes apelos atualmente, ambientais, de energia, são projetos que conseguem muito mais fácil um financiamento. É muito bem visto.** Ou quando abre uma chamada...por exemplo, o CNPq abriu uma chamada para algumas áreas estratégicas pra eles. Infelizmente, a gente sabe que existem outras áreas, as ciências de base, que são muito importantes, mas hoje, tá muito focado nisso (E7.1.05).

Mas, hoje, a gente é afetado, obviamente, a partir do momento que o governo decidir, sei lá, ah, “nós vamos resolver tal problema agora”, sei lá, **“vamos abrir um financiamento pra área de energias renováveis e tal”.** Então, quem está na universidade, os pesquisadores e tal, vão tentar se adequar àquilo. **Até pra conseguir financiamento, o que é muito importante.** Porque fazer pesquisa é caro (E7.1.06)

Eu acho que a coisa é feita pra isso! Por mais básico que seja...uma síntese orgânica, mas é feito visando uma aplicação. **Se não, não tem fomento; se não, não é publicável em uma revista de alto impacto,** tudo isso (E7.1.04).

O que essas Unidades de Significado evidenciam é a maneira pela qual as condições contextuais acabam por orientar, em alguma medida, os problemas de pesquisa que merecem a atenção dos pesquisadores. Devido ao fato de os pesquisadores precisarem de grandes volumes de financiamento para realizarem as suas pesquisas, o foco acaba se voltando para os temas que contemporaneamente têm um maior incentivo e aporte financeiro. Como a principal 'moeda de troca' no contexto acadêmico são os artigos e publicações científicas, as pesquisas acabam se voltando para os temas contemplados nos editais de financiamento.

Todo esse 'ciclo' de publicações em revistas científicas de alto impacto para a obtenção de financiamento faz com que uma das principais atividades dos químicos no Programa de Pós-graduação investigado seja a publicação de artigos científicos.

Porque assim, **existe essa corrida pelas publicações de alto impacto, que são importantes do ponto de vista que: primeiro, para um pesquisador ter financiamento, ele tem que ter currículo.** Isso é amarrado. Você tem que ter número, você tem que ter qualidade, tudo isso (E7.1.07).

Muitas vezes, **eu acredito que tem muitos pesquisadores que têm como foco principal a publicação.** Muitas vezes, trabalham justamente pela publicação, e, às vezes, tornam esse trabalho, de certa forma, inviável pra uma aplicação prática, ou para, de repente...não seria totalmente viável para que uma indústria pudesse tirar proveito desse trabalho (E3.1.07).

Assim, muito da formação desses pesquisadores está voltada à produção de conhecimento científico visando um aumento dos índices de produtividade científica, que acabam, muitas vezes, se convertendo em um fim em si mesmo, sem que haja uma reflexão sistemática sobre como os resultados das pesquisas poderiam atingir a toda a parcela da população, e assim, promover um estado de bem-estar social.

Um outro ponto que nos chama a atenção nas Unidades de Significado é o seguinte: como no Programa de Pós-graduação investigado existe uma valorização do número de publicações científicas em revistas conceituadas na área da Química, em especial, as estrangeiras, as pesquisas tornam-se a prioridade no processo formativo dos doutores, de modo que, as atividades de

ensino assumem uma função secundária na formação desses pesquisadores, como ressalta E1.1.

[...] porque, o que vale pra eles [professores-pesquisadores-orientadores] é artigo. Artigo publicado. Mas, eu acho que participação em congresso...não sei, ministrar seminários em outras universidades, mostrar um aluno do PPGQ, nesse caso, **presente nos diversos eventos da academia, não só em artigos**. Incentivar esse aluno a dar aula...tá, não pode receber um valor maior que a bolsa, mas incentive, arrume uma disciplina em uma universidade, vai dar aula de alguma coisa, nem que seja de...sei lá, ou que for de graça, mas incentive que o aluno se desenvolva enquanto professor, porque a gente sabe que **dentro da universidade ele não vai ser só pesquisador, não tem cargo dentro da universidade para pesquisador, tem cargo pra professor!** Então, não adianta nada você formar um pesquisador que depois vai ter que ser professor e pesquisador (E1.1.10).

Os pesquisadores Schnetzler e Souza (2018), ao analisarem o desenvolvimento da pesquisa em educação e o seu reconhecimento no campo<sup>22</sup> científico da química, identificam que o que tem sido reconhecido pelos pesquisadores em química é o número de publicações científicas. Como consequência, os autores identificam que há uma percepção instrumental entre os pesquisadores de que para ensinar basta dominar e transmitir o conteúdo químico, para, então, saber aplicá-lo no desenvolvimento das pesquisas.

Nessa perspectiva, Cunha, citado por Schnetzler e Silva (2018), argumenta que

existe a premissa de que há uma linear relação de qualidade entre a pesquisa e o ensino. Essa concepção induz à percepção de que a Pós-Graduação *stricto sensu*, ao formar mestres e doutores para a pesquisa, os qualifica para a docência. Se as competências próprias de um pesquisador são altamente significativas para o professor da educação superior, fazendo-o um produtor de conhecimentos, certamente nelas não se resume o que se requer de um professor. Esse equívoco tem levado a lamentáveis resultados na relação pedagógica com os alunos, em especial os de Graduação, pois o docente carece da preparação para leituras culturais e pedagógicas que o auxiliem na complexa tarefa de ensinar, em especial no contexto contemporâneo (Cunha, 2010, p.294 apud Schnetzler; Silva, 2018, p. 10).

Concordamos com Cunha, e pensamos que essas questões parecem indicar a necessidade de uma reflexão sobre os objetivos da química enquanto

---

<sup>22</sup> O campo é um conceito que foi elaborado pelo sociólogo francês Pierre Bourdieu (1930 – 2002), e se refere ao “universo no qual estão inseridos os agentes e as instituições que produzem, reproduzem ou difundem a arte, a literatura ou a ciência. Esse universo é um mundo social como os outros, mas que obedece a leis sociais mais ou menos específicas” (Schnetzler, Silva, 2018, p. 12).

ciência. Isso implica uma conceituação mais precisa sobre qual deve ser a relação entre química e sociedade.

Apresentamos, a seguir as **Categorias Emergentes** e os respectivos **Metatextos** do **Bloco 2: Epistemologia química**.

## 4.2 RESULTADOS BLOCO 2: EPISTEMOLOGIA QUÍMICA

A seguir, são apresentadas as Categorias Emergentes do **Bloco 2: Epistemologia química**, referentes às respostas dos professores-pesquisadores-orientadores (PPO), doutorandos (D) e doutores egressos (E) referentes.

### 4.2.1 Categoria Emergente dos Professores-pesquisadores-orientadores referente ao Bloco 2

Como resultado do processo de análise e categorização do *Bloco 2: epistemologia química*, identificamos uma Categoria Emergente para os 1 Professores-pesquisadores-orientadores, que pode ser observada no Quadro 7:

QUADRO 7 - CATEGORIA EMERGENTE DO BLOCO 2 PPO: EPISTEMOLOGIA QUÍMICA

Resumo perguntas Bloco 2	Categorias Emergentes das respostas	Nº Unidades de Significado
Quais são os objetivos almejados pelos químicos durante a condução de suas pesquisas?	Desenvolvimento de conhecimento químico visando a transformação da natureza para atender necessidades humanas	48

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Na análise do **Bloco 2: epistemologia química**, que diz respeito aos questionamentos sobre *quais são os principais objetivos almejados pelos químicos no estudo da natureza*, pudemos identificar uma Categoria Emergente (Quadro 7), que pode refletir características dos *Estilos de Pensamento* sobre os processos de construção do conhecimento químico apresentados pelos Professores-Pesquisadores-Orientadores (PPO).

#### 4.2.1.1 Metatexto [Bloco 2 PPO] Categoria 1: Desenvolvimento de conhecimento químico visando a transformação da natureza para atender necessidades humanas.

Tendo como base a análise das entrevistas semiestruturadas realizadas com os PPO, consideramos ser possível argumentar que nas respostas aos questionamentos do **Bloco 2: Quais são os principais objetivos almejados pelos químicos no estudo da natureza**, identificamos uma Categoria Emergente, a qual denominamos **Desenvolvimento de conhecimento químico visando a transformação da natureza para atender necessidades humanas**. Esta Categoria Emergente nos dá indícios de algumas características dos processos de construção do conhecimento químico, associado aos objetivos almejados pelos químicos no estudo da natureza.

Os resultados obtidos a partir da análise das Unidades de Significado dos Professores-Pesquisadores-Orientadores nos mostram que, para a maioria dos entrevistados, o principal objetivo dos químicos, ao desenvolverem conhecimento químico, é o de obterem compreensões mais elaboradas sobre como acontecem os processos químicos, sejam eles naturais ou artificiais.

Há, segundo os PPO, uma compreensão de que existem dois domínios distintos nos quais os processos químicos ocorrem: aqueles que acontecem no meio natural, independente de interferências humanas, e que são acessíveis aos químicos por meio de reações de análise e síntese; e aqueles induzidos pelo ser humano, aqui denominados artificiais, cujos responsáveis pelo seu desenvolvimento são os químicos. São estes os processos, em larga medida, almejados pelos químicos ao desenvolverem conhecimento químico.

E toda vez que eu transformo...e Química é isso, né? Processos físicos não envolvem mudança de estrutura. O processo químico envolve mudança de estrutura. **Então, se eu rompo uma ligação, e faço outra, e com isso eu transformo a molécula, ela não é mais natural.** Ela pode ter tido origem natural, mas hoje ela é uma molécula sintética. Ela é fruto de uma síntese (PPO5.24).

O químico modifica [a natureza]...cerca de 70% dos medicamentos são artificiais, e 30% é natural...acho que é mais ou menos isso. E tem muitos que são naturais, mas foram modificados. **O químico o modificou. Mas eu não vejo problema nenhum nisso, não. Eu acho que a gente está cumprindo o nosso papel, inclusive.** Mas...aí entra a importância do químico. Justamente isso. O medicamento, mesmo. Você pega um medicamento natural, ele tem lá atividade pra câncer...vamos dar um exemplo. Mas o químico vai lá e pega aquela

molécula, e muda de lugar uma hidroxila, por exemplo, e aquele medicamento se torna mais potente para combater o câncer. Aí é esse o papel do químico. Ele está contribuindo para isso. Ele está fazendo o papel dele (...) (PPO1.28)

Nesse sentido, segundo essa perspectiva, os processos químicos que acontecem na natureza são uma fonte de inspiração para que os químicos, em seus laboratórios e com o uso de equipamentos diversos, possam transformar a natureza e, assim, desenvolver objetos químicos que atendam às necessidades humanas. Dessa maneira, para a maioria dos PPO entrevistados, o objetivo do conhecimento químico não é o de apenas compreender os processos químicos que acontecem no meio natural, para então, reproduzi-los. O objetivo diz respeito à compreensão destes processos para que, então, eles possam ser modificados, de modo que atendam aos problemas encontrados na sociedade.

[...] tem a ver com as reações químicas que acontecem...isolar moléculas, entender as suas propriedades, e aí, por exemplo, a gente entende uma propriedade de uma molécula, que é isolada de uma planta, que talvez uma tribo utilizava pra tal medicamento, entende? Qual a peculiaridade daquela molécula que causava aquela cura, e **você poderia potencializar aquela cura sintetizando uma molécula que pudesse ter um efeito um pouco mais...um pouco maior aquele efeito**, talvez por aquela característica que você identifica naquela molécula (PPO7.36).

Essas Unidades de Significado demonstram a maneira pela qual a maioria dos professores-pesquisadores-orientadores compreendem a especificidade do conhecimento químico. Para estes, o objetivo da ciência química não reside apenas na compreensão sobre como está constituído o mundo material. Os químicos vão além: eles buscam transformar a natureza visando construir objetos químicos com propriedades diversas.

Assim, para a maioria dos entrevistados, uma das características marcantes da química é o ato de transformar os objetos químicos que, além de proporcionar novos conhecimentos sobre a estrutura da matéria e seu comportamento, também poderão ser úteis para a sociedade.

[...] a gente aprende isso daí...a trabalhar na molécula, entender as modificações moleculares...aí, isso aí só a química faz...a química tem um papel importante aí. Ela consegue tirar uma hidroxila daqui e botar aqui. **Então, mudar a posição da hidroxila numa molécula...isso vai potencializar a atividade de um medicamento**, por exemplo. Então, acho que isso as outras áreas não fazem (PPO1.22)

Então, no meu ponto de vista, a Química é a ciência central, né? Em relação a todas as outras ciências, embora as outras ciências, obviamente, também contribuam. A Física eu acho que contribui de uma forma um pouco mais macroscópica, ou até lá do ponto de vista

do átomo, né? Das teorias que envolvem...mas eu acho que **as reações químicas é que, basicamente, são indispensáveis para o desenvolvimento de novos materiais, de novos produtos, de novos processos** (PPO2.19)

Transformar a matéria é um dom...não é dom a palavra certa. É um...conhecimento que só é permitido aos químicos. Olha que coisa forte que é isso. **Quer dizer, hidrogênio e nitrogênio, você converter isso em amônia, que vai servir como fertilizante pra fazer com que mais gente consiga ter alimento**, isso é químico que faz, ninguém mais, nenhuma outra área de conhecimento faz isso (PPO8.09).

Assim, umas das peculiaridades do conhecimento químico se dá em relação ao nível de atuação/intervenção na matéria, cuja especificidade acontece a nível molecular. Essa peculiaridade dá aos químicos possibilidades de atuação muito diversas, que vão desde a produção de medicamentos mais potentes, à otimização de processos industriais, já que, ao atribuírem novas propriedades aos objetos químicos, é possível a obtenção de efeitos que poderão ser benéficos para a sociedade.

Desse modo, uma das motivações enunciadas pelos sujeitos entrevistados para a realização das pesquisas é a possibilidade de que seus produtos atendam às necessidades humanas. Esse ponto é destacado por Sjöstrom (2007), ao argumentar que é essa capacidade de mudar o mundo material que faz com que a química seja considerada uma ciência útil, central para diversas áreas do conhecimento, que vão desde a medicina, farmácia e biotecnologia, até a ciência dos materiais e as engenharias.

Desse modo, um caráter distintivo da química é que ela busca desenvolver uma compreensão dos processos químicos que ocorrem na natureza por meio de sucessivas transformações materiais, visando o controle operacional dos fenômenos químicos. Como essas transformações criam novos objetos químicos, esse processo faz com que a complexidade do mundo material aumente gradativamente, tornando, assim, sua descrição completa cada vez mais difícil.

Ao analisar de que maneira o conhecimento químico evolui, Restrepo (2022) define 'espaço químico' como o conjunto de objetos químicos conhecidos em dado momento da história. Este autor mostra em sua pesquisa como o número de substâncias químicas expandiu-se ao longo do tempo - principalmente pela síntese de compostos orgânicos -, e que essa evolução vem acontecendo a uma taxa exponencial. O autor ainda destaca que, como



consequência do aumento do número de objetos químicos conhecidos, aumenta-se, proporcionalmente, as propriedades químicas disponíveis para eventuais aplicações.

Desse modo, um dos objetivos dos químicos ao realizarem as suas investigações, é o de aumentar o número de substâncias conhecidas por meio de reações de síntese, já que o ato de explorar reações químicas e seus mecanismos é uma condição necessária para a aplicação desses objetos químicos em sociedade. Nesse sentido, como bem destaca Schummer (2021, p. 127), “devido ao fato de que reações possíveis resultam em produtos possíveis, explorar o domínio de possíveis novas substâncias químicas é a atividade própria da química sintética como uma ciência de possibilidades”. As práticas químicas, portanto, não buscam apenas conhecer como a matéria está constituída, mas, sobretudo, construir novas substâncias.

Essa perspectiva sobre o conhecimento químico já foi amplamente discutida por filósofos da química (Bensaude-Vincent; Simon, 2008; Chamizo, 2013; 2023; Schummer, 1998), os quais reconhecem que a maneira pela qual os químicos produzem conhecimento é por meio do fazer. “Saber por meio do fazer” (Bensaude-Vincent, 2007, p. 302), é a maneira pela qual a filósofa da química francesa Bernadette Bensaude-Vincent descreve a epistemologia dos químicos. Segundo essa autora, para os químicos, a síntese se apresenta como a estratégia investigativa mais razoável para compreender o mundo natural. A composição de uma substância é confirmada quando esta é sintetizada. Essa estratégia investigativa é corroborada pela Unidade de Significado de PPO2:

Eu tentei achar na literatura alguma coisa que conseguisse explicar os meus resultados, de alguma forma. E procurei durante meses, e não achei muita coisa... achei alguns artigos que diziam que era, eventualmente, alguma contaminação, etc e tal, mas, encontrando esse mineral, **eu falei “então, bom, nós vamos reproduzir esse mineral...vamos reproduzir a síntese desse mineral”**. É um mineral que foi descoberto no Japão, chamado shigaita, de uma cidade chamada Shiga, e aí nós reproduzimos a composição química desse mineral, e aí eu comparei todos os outros...quer dizer, eram homólogos a esse mineral. Fiz referência ao mineral e, a partir daí, a gente acreditou que essa composição química era essa mesma. (PPO2.18).

Assim, além da analisar e purificar os objetos químicos encontrados na natureza, os químicos sintetizam novas substâncias a fim de compreender as suas características, o que os possibilita, atribuir-lhes novas propriedades.



De acordo com Bensaude-Vincent (2007), a premissa adotada pelos químicos é a de que não é possível saber onde encontrar a solução para uma demanda da sociedade sem que se tenha conhecimento do maior número de reações químicas possíveis, e que todas as possíveis estruturas químicas resultantes dessas reações sejam testadas. Isso significa ampliar o potencial dos recursos naturais para que estes possam atender as necessidades humanas. Este 'ter conhecimento do maior número de reações químicas possíveis' corresponde ao estilo de pensamento que orienta aquele fazer.

Outro ponto que gostaríamos de destacar, é que nem todas as pesquisas em química visam aplicações imediatas. Schummer (2004), ao analisar os objetivos pelos quais as pesquisas em química são realizadas, relata que embora a pesquisa aplicada seja de importância considerável e crescente em química, não é de forma alguma o primeiro objetivo. Em vez disso, a grande maioria da pesquisa sintética é realizada para melhorar as habilidades sintéticas da própria química. Em sua pesquisa, o autor relata que quase metade da produção de novas substâncias é para melhorar a capacidade de produzir mais novas substâncias. Ou seja, produzir novas substâncias é na verdade um fim em si mesmo, sendo este um empreendimento extremamente bem-sucedido, como demonstra o crescimento exponencial de substâncias.

Numa perspectiva Fleckiana, a construção dos conhecimentos químicos parte de determinados Estilos de Pensamento que orientam o fazer químico. Este fazer pode levar à **extensão** do Estilo de Pensamento, ou, em outros casos, a uma anomalia que, por sua vez, pode levar a um conhecimento novo.

Diante disso, Schummer (1998) descreve o conhecimento químico como uma rede em expansão, nas quais os pontos nodais representam os objetos químicos, e os fios, as relações estabelecidas entre eles. Essas relações são as transformações químicas, cujos efeitos podem ser avaliados, seja em termos estritamente científicos (oferecer uma nova sintética), e/ou a partir dos resultados sociais que oferecem. Assim, com cada nova substância, o conhecimento químico é ampliado por uma certa quantidade de informação, obtida a partir das propriedades deste objeto químico a das relações que este estabelece com outros objetos químicos já conhecidos. Como consequência, há um crescimento cumulativo do conhecimento químico junto com a produção e

caracterização de novas substâncias. Uma vez que cada nova substância é caracterizada por algumas propriedades materiais básicas, o crescimento exponencial de substâncias acompanha o crescimento exponencial do conhecimento químico.

Como consequência desse processo, Tontini (2004) aponta que, ao preparar e analisar tantas moléculas, cuja complexidade arquitetônica é crescente, a química mostra que a matéria pode ser submetida a um grande número de transformações, em um processo que parece ter infinitas possibilidades. Ou seja, os químicos nos mostram que a matéria tem uma diversidade estrutural potencialmente infinita. Desse modo, em seu sentido mais fundamental, a química é a ciência das substâncias, ou seja, aquele território da ciência que lida com as transformações materiais.

No entanto, Schummer (1999) argumenta que novas substâncias não são necessariamente novas teorias. Com cada nova substância, o conhecimento químico é ampliado por uma certa quantidade de informação. E, nesse sentido, o autor argumenta que parece difícil imaginar como esse tipo de conhecimento poderia ser afetado por uma mudança de teorias, já que o conhecimento de como produzir a nova substância parece ser resistente a qualquer nova elaboração teórica. Como consequência, há um crescimento cumulativo do conhecimento químico ao lado da produção e caracterização de novas substâncias. Esta compreensão de Schummer é a mesma de Fleck, uma vez que novas substâncias não se originam de novas teorias, porque estas correspondem a um determinado estilo de pensamento, que resiste às mudanças, justamente porque é compartilhado por um Coletivo de Pensamento. Então, cada nova substância amplia esse conhecimento que, na perspectiva Fleckiana, é definida como extensão no Estilo de Pensamento, mas não substituição deste.

Um outro ponto que gostaríamos de destacar, em relação à epistemologia química, diz respeito aos equipamentos utilizados diariamente pelos químicos para a realização de suas pesquisas. Ao analisarmos as respostas aos questionamentos presentes no **Bloco 2: Epistemologia química**, identificamos um aspecto da natureza tecnocientífica da química, que se refere ao papel epistemológico e cognitivo da instrumentação nessa ciência.

As respostas dos Professores-Pesquisadores-Orientadores, aos questionamentos sobre a relação do conhecimento químico com os equipamentos de laboratório, dão ênfase a necessidade destes para a realização das pesquisas. A partir da análise das respostas, constatamos que a tecnologia impulsiona a prática científica, de modo que as pesquisas em química são dependentes do desenvolvimento tecnológico dos equipamentos, como sugerem as Unidades de Significado de PPO3 e PPO8:

Então os equipamentos estão aí justamente pra isso, né? **Os equipamentos estão aí pra que a gente consiga realmente falar o que todas as ideias que nós temos...se elas são, de fato, aplicáveis, e que são corretas, ou não!** (PPO3.18)

Então, sem dúvida nenhuma, nós estamos nesse momento passando por uma grande revolução do conhecimento, **graças à infraestrutura de equipamentos** (PPO8.13).

Assim, podemos verificar que uma das causas para que haja o aumento exponencial do conhecimento químico vem, principalmente, de mudanças na instrumentação química e nos objetos químicos que podem ser explorados pelos químicos. Essa expansão é mediada pelo uso de equipamentos, que são um componente essencial do processo de produção de conhecimento químico. É a partir deles que o químico pode testar suas hipóteses, constituir novos fatos científicos, e atribuir ordem no caos inicial das observações. Desse modo, os equipamentos são um elemento constituinte do processo de produção de conhecimento químico, e que contribuem para a perspectiva empírica dos fenômenos investigados.

Contemporaneamente, o fazer científico está cada vez mais associado à complexificação dos instrumentos utilizados pelos pesquisadores. Baird (1993) ressalta que a forma pela qual o conhecimento químico era construído passou por uma transformação na década de 1950, a chamada 'revolução instrumental', e envolveu mudanças na prática da química analítica, compreendendo mudanças nos limites de análises possíveis. A partir da 'revolução instrumental', os químicos analíticos passaram a determinar a constituição química de uma substância desconhecida usando uma variedade de instrumentos que permitiam a identificação de produtos químicos em termos de suas propriedades físicas.

Essa mudança envolveu o desenvolvimento de uma nova família de empresas de fabricação de instrumentos científicos e um novo nível de

investimento necessário para fazer química analítica. “A química analítica é agora uma parte central de muitas pesquisas e controles industriais, integrada ao negócio de fabricar instrumentos visando fins comerciais” (Baird, 1993, p. 283). Todas essas transformações também estiveram associadas a um novo nível de gastos de capital necessários para fazer química analítica, como mostram as unidades de significado de PPO4:

Na grande maioria das vezes, nós estamos focados em concentrações muito pequenas, e nesse sentido, **os equipamentos têm que ser cada vez mais sofisticados**, de modo que nós determinemos, então, concentrações muito baixas (PPO4.20).

Mas, de modo geral, principalmente na Química Analítica, o foco é na concentração mais baixa possível. As pessoas ficam presas à valores como nanograma, fentograma, mas não avaliam todo o desenrolar do trabalho. Sob o meu ponto vista...meio que, infelizmente, **nós ficamos como reféns de instrumentos avançados** (PPO4.23).

**E aí, o parecerista argumenta: “mas isso não se usa mais. O que tem que se usar é um sistema acoplado à espectrometria de massas, e não esse que foi utilizado”. Mas nós não temos um sistema desse.** E por tal motivo, muitas vezes, nós ficamos meio “mancos”, por causa disso...tem essas dificuldades (PPO4.24).

Mas, por exemplo, tem situações que uma pessoa fala “você precisa de um espectrômetro de massa acoplado a um ICP”, você fala **“ah, tá, onde eu vou arrumar 1 milhão de dólares para comprar um equipamento desse, se nem projeto de pesquisa eu consigo ter”**. (PPO4.25).

Então, por exemplo, aconteceu de eu ter duas situações de artigos, por exemplo, que o aluno se mata de trabalhar, faz uma enormidade de experimentos, faz tudo aquilo...aí você fala “o trabalho está bem interessante”, e aí você manda para uma revista, e o parecerista escreve lá: **“ah, esse trabalho não tem importância, porque a concentração empregada foi muito alta, e do ponto de vista ambiental isso daqui não ajuda em nada”** (PPO4.23)

Diante do exposto, parece-nos que a questão dos equipamentos tem tido uma influência cada vez maior nas pesquisas conduzidas na química, como, por exemplo, no grau de precisão necessário para a publicação dos resultados de pesquisa em uma revista científica que, como exposto por PPO4, dependem do equipamento utilizado.

Como pudemos identificar, na análise do **Bloco 1: problemas de pesquisa em química**, a pesquisa em química, como toda ciência, sofre a influência de fatores externos a ela, como por exemplo, a necessidade de recursos financeiros cada vez mais volumosos para a realização das pesquisas. E, como esses recursos são provenientes de agências de fomento, os critérios

utilizados na avaliação de projetos de pesquisa acabam determinando alguns dos valores envolvidos na escolha dos temas e problemas a serem investigados pela química.

Assim, muitas vezes, um projeto de pesquisa é avaliado em termos da rentabilidade que este pode oferecer, ou seja, em função de aplicações rentáveis que seus produtos possam ter. Desse modo, na análise do contexto de produção de conhecimento químico, vemos que esta ciência é fortemente influenciada por questões de mercado e dos responsáveis pelos editais de financiamento.

Diante disso, encontramos na química contemporânea um exemplo de tecnociência, um híbrido de ciência e tecnologia, na qual o conhecimento científico é valorizado pela sua capacidade de gerar tecnologias. Conforme argumentam Barbosa, Lorenzetti e Aires (2022), na tecnociência os objetos químicos têm caráter tecnológico e se capilarizam no seio da sociedade, influenciando fortemente o modo como organizamos nossas relações sociais. E nesse sentido, o objetivo da química enquanto tecnociência não é de apenas observar e compreender a natureza, mas de verificar os efeitos de nossa intervenção técnica sobre ela.

Apresentamos, a seguir, as Categorias Emergentes resultante da análise das entrevistas com os **doutorandos**, referentes ao **Bloco 2: epistemologia química**.

#### 4.2.2 Categoria Emergente dos Doutorandos referente ao Bloco 2

Como resultado do processo de análise e categorização do *Bloco 2: Epistemologia Química*, identificamos uma Categoria Emergente para os 2. Doutorandos, que pode ser observada no Quadro 8:

QUADRO 8 - CATEGORIA EMERGENTE DO BLOCO 2 D: EPISTEMOLOGIA QUÍMICA

Resumo perguntas Bloco 2	Categorias Emergentes das respostas	Nº Unidades de Significado
Quais são os objetivos almejados pelos químicos durante a condução de suas pesquisas?	Otimização de processos naturais via síntese química	45

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Na análise do **Bloco 2: Epistemologia Química**, que diz respeito aos questionamentos sobre *quais são os principais objetivos almejados pelos químicos no estudo da natureza*, pudemos identificar uma Categoria Emergente (Quadro 8), que pode refletir características dos *Estilos de Pensamento* sobre os processos de construção do conhecimento químico apresentados pelos Doutorandos (D).

#### 4.2.2.1 Metatexto [Bloco 2 D] Categoria 1: Otimização de processos naturais via síntese química

Tendo como base as respostas dos doutorandos aos questionamentos referentes ao **Bloco 2: epistemologia química**, no qual procuramos compreender os objetivos almejados pelos químicos no estudo da natureza, pudemos identificar durante a análise das Unidades de Significado uma Categoria Emergente, a saber, **Otimização de processos naturais via síntese química**. Identificamos nesta Categoria Emergente uma perspectiva segundo a qual o objetivo da química seria, além de compreender a maneira pela qual a natureza está constituída, a transformação dessa mesma natureza, otimizando os seus processos em prol de necessidades humanas, por meio da síntese objetos químicos com propriedades distintas daqueles identificados no meio natural.

Pra mim, [a peculiaridade da química] é você conseguir compreender as ligações químicas, que, em parte, é Física, está junto ali, mas, mais do que isso, **é você conseguir produzir novos materiais, você produzir novas moléculas**, você realmente partir de reagentes, de um bocadinho de átomos ali, e fazer algo com isso, ter todo o conhecimento sobre como a reatividade desses compostos pode interferir (D8.20).

Porque, por exemplo, eu faço...**eu tento desenvolver algumas moléculas, sintetizar algumas moléculas pensando em uma aplicação**. E, de fato, existem parcerias com empresas, e que, a princípio, elas de fato vão ser aplicadas. Não é só a propaganda. Mas, ao mesmo tempo, eu estou tentando entender a reação (D7.05).

A gente pode pensar justamente numa questão da bioinorgânica lá, pra fazer um, enfim, um complexo metálico que muitas vezes pode ser usado pra...um anticâncer, por exemplo. Então, você vai lá, vai pegar a proteína, vai ver como que encaixa o metal lá dentro, como que ele vai ficar, e daí, através disso, **“ah, ele funciona bem com tal enzima”**,

**então, no sítio ativo ele funciona de tal jeito. Beleza, então vamos sintetizar assim (D1.04).**

Assim, de maneira correlata aos resultados encontrados para as Unidades de Significado dos professores-pesquisadores-orientadores para a Categoria Emergente do Bloco 2: epistemologia química, qual seja, **Conhecimento químico visando a transformação da natureza para atender necessidades humanas**, nesta Categoria Emergente pudemos identificar uma visão segundo a qual a química seria a ciência responsável pela síntese de novos objetos químicos com propriedades mais aderentes às necessidades humanas, e que podem ou não ter uma aplicação imediata na resolução de problemas identificados em sociedade.

Deste modo, como resultado destes processos de síntese, novos conhecimentos são adquiridos, mas também, novas substâncias que, em algum momento, poderão ser úteis à sociedade. Assim, a perspectiva apresentada pelos doutorandos é a de que, por meio do aumento do repositório de objetos químicos conhecidos, aumenta-se a disponibilidade de propriedades e de relações que podem ser estabelecidas entre esses objetos, os quais podem trazer benefícios à humanidade. E, nesse sentido, os químicos procuram não apenas reproduzir processos naturais, mas, também, otimizá-los. A natureza, portanto, é vista como um conjunto de objetos químicos estáticos, que devem ser transformados de acordo com as necessidades humanas.

A Química, basicamente, vai buscar...como que eu posso dizer? Imitar a natureza! Porque...na minha perspectiva, **tudo o que a gente faz, a gente tenta imitar a natureza, de alguma forma mais eficiente, normalmente, mais eficiente (D4.21).**

Eles pegaram a natureza, viram alguma coisa parecida e sintetizaram. Beleza. Pegou da natureza, viu, sintetizou. Igual. Tá, mas pegar e mudar uma função de tal coisa. Aí sim, ela é totalmente sintética. Mas o principal saiu da natureza. A ideia principal...é aquela coisa que eu digo "nada se cria", tu não vai inventar a roda. **Tu vai pegar o negócio que já dá certo, e aí vai modificando ela.** É mais ou menos assim que a Química funciona (D1.03).

Estas Unidades de Significado parecem corroborar a perspectiva defendida por Bensaude-Vincent de que, contemporaneamente, a relação da química com a natureza se vale do seguinte pressuposto: "dado um conjunto de funções ou desempenhos desejados, vamos encontrar as propriedades necessárias e, então, projetar a estrutura, combinando-as" (Bensaude-Vincent,



2007, p. 303, tradução nossa). Assim, ao objetivarem a otimização de processos naturais por meio da síntese química, busca-se uma forma de melhorar aquilo que a natureza gastou bilhões de anos para projetar.

Em uma sociedade como a nossa, que busca altos rendimentos e desempenhos cada vez mais eficientes em todos os processos, o tempo representa uma variável cujo valor representa um aumento de custos. Desse modo, otimizar os processos, buscando melhores performances, pode ser compreendido como uma forma de superação da natureza. Diante disso, apesar de os processos naturais servirem como uma fonte de inspiração, estes não podem ser apenas copiados, já que os valores societários que adentram o universo da química contemporaneamente não podem ser atendidos pela natureza.

Desse modo, nesse regime de produção de conhecimento, vinculado a uma perspectiva tecnocientífica, as questões colocadas para a natureza não são mais sobre o *porquê* dos fenômenos, mas sobre o *como isto funciona*. O objetivo, conforme argumentam Barbosa, Lorenzetti e Aires (2022), é o de operar sobre a natureza, buscando compreender os efeitos de nossa intervenção técnica sobre ela buscando melhorá-la. Assim, não se pretende apenas conhecer a natureza, mas, sim, criar uma *segunda natureza*, que melhor se adeque aos objetivos impostos aos processos de construção de conhecimento científico, com a expectativa de que tragam soluções potenciais para todos os tipos de problemas, desde os sociais e ambientais, até os econômicos.

Nesse sentido, os objetos químicos, sintetizados por meio de um *design* racional, são avaliados segundo o potencial de inovação que oferecem para a solução de problemas diversos. Eles são, portanto, considerados pelos cientistas como invenções, e não como descobertas. No entanto, como destaca Oliveira (2023, p. 122), “para uma invenção ser inovação, ela precisa ser rentável. Mas o que determina o que é e o que não é rentável é o mercado. Dessa forma, o inovacionismo coloca nas mãos do mercado a determinação dos rumos da pesquisa científica”. Sendo assim, os objetos químicos - convertidos, muitas vezes, em patentes, em uma estreita aliança entre pesquisadores e mercado -,



são projetados como bens de mercado em potencial, configurando aquilo que vem sendo identificado como o processo de mercantilização da ciência.

Apresentamos, a seguir, as Categorias Emergentes resultante da análise das entrevistas com os **doutores egressos**, referentes ao **Bloco 2: epistemologia química**.

#### 4.2.3 Categoria Emergente dos Doutores Egressos referente ao Bloco 2

Como resultado do processo de análise e categorização do *Bloco 2: Epistemologia Química*, identificamos uma Categoria Emergente para os 3. Doutores egressos, que pode ser observada no Quadro 9:

QUADRO 9 - CATEGORIA EMERGENTE DO BLOCO 2 E: EPISTEMOLOGIA QUÍMICA

Resumo perguntas Bloco 2	Categorias Emergentes das respostas	Nº Unidades de Significado
Quais são os objetivos almejados pelos químicos durante a condução de suas pesquisas?	Desenvolvimento de conhecimento químico segundo uma perspectiva tecnocientífica	38

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Na análise do **Bloco 2: Epistemologia Química**, que diz respeito aos questionamentos sobre *quais são os principais objetivos almejados pelos químicos no estudo da natureza*, pudemos identificar uma Categoria Emergente (Quadro 9), **Desenvolvimento de conhecimento químico segundo uma perspectiva tecnocientífica**, que pode refletir características do *Estilo de Pensamento* sobre os processos de construção do conhecimento químico apresentados pelos Doutores Egressos (E).

##### 4.2.3.1 Metatexto [Bloco 2 E] Categoria 1: Desenvolvimento de conhecimento químico segundo uma perspectiva tecnocientífica

Tendo como base as respostas dos doutores egressos aos questionamentos referentes ao **Bloco 2: epistemologia química**, no qual procuramos compreender os objetivos almejados pelos químicos no estudo da

natureza, pudemos identificar durante a análise das Unidades de Significado uma Categoria Emergente, a saber, **Desenvolvimento de conhecimento químico segundo uma perspectiva tecnocientífica.**

Nessa Categoria Emergente, pudemos identificar, entre os doutores egressos, uma percepção de que o conhecimento químico tem como objetivo reproduzir e melhorar objetos químicos identificados na natureza. O papel da química seria, portanto, o de otimizar processos químicos naturais com vistas ao desenvolvimento de objetos químicos com propriedades mais aderentes às necessidades da sociedade.

Então, a ideia, a meu ver, tudo parte do natural, mas a gente tem algumas dificuldades, e aí a gente **vai pro artificial pra resolver essas problemáticas** (E1.1.17).

**[...] a gente tem hoje medicamentos, por exemplo, que têm um desempenho melhor do que os naturais, certo? Tem!** Mas é uma questão, realmente, de tudo: de trabalhar em cima daquilo pra deixar aquilo otimizado (E7.1.13).

Essa perspectiva se alinha com os resultados encontrados na análise do Objeto 1. Professores-pesquisadores-orientadores e do Objeto 2. Doutorandos, que, de igual modo, compreendem o conhecimento químico como uma forma de transformação da natureza para atender necessidades humanas<sup>23</sup>.

Assim, o que estas Unidades de Significado parecem corroborar é a perspectiva tecnocientífica do conhecimento químico sobre a qual argumentamos, que tem como um dos seus objetivos o ‘mundo projetado’, ou seja, criar uma ‘segunda natureza’.

Segundo Hottois (2013), é na química que encontramos pela primeira vez todas as características que caracterizam a tecnociência contemporânea: “a química é operativa, produtiva, criativa, analítica e sintética; trata o real como decomponível e possível de ser recomposto de novas maneiras, como manipulável” (Hottois, 2013, p. 320, tradução nossa).

Assim, ao relatarem que um dos objetivos da química é o de imitar a natureza, otimizando os seus processos, os doutores egressos parecem compreendê-la como ‘decomponível’, ‘manipulável’ e ‘sujeita a transformações’. Com isso, a atividade dos químicos, em larga medida, refere-se à síntese de

---

<sup>23</sup> Este era o ideal do início da ciência Moderna/Empirismo/Francis Bacon.

novos objetos químicos, cujas propriedades podem ser utilizadas em proveito da sociedade. Procura-se, assim, não apenas reproduzir os objetos químicos identificados na natureza, mas atribuir-lhes novas propriedades, que sejam mais aderentes às necessidades humanas.

Desse modo, principalmente por meio da realização de sínteses químicas, os químicos expandem o território ocupado pelos objetos químicos. A maior parte dessas substâncias, antes inexistentes, passam a povoar o mundo social de uma maneira inédita. E, por meio desse processo, o conhecimento químico passa a interagir com o sistema social em geral.

Um ponto que nos chamou a atenção na análise das Unidades de Significado foi a reflexão apresentada pelos doutorandos sobre as possíveis interações dos objetos químicos sintéticos, com propriedades muitas vezes inéditas, com os ambientes nos quais serão utilizados. Essa preocupação com a maneira pela qual os objetos químicos irão interagir com o ambiente pode ser observada nas Unidades de Significado de E7.2, E8.1 e E3.1, que destacam a imprevisibilidade dos objetos químicos em ambientes que vão além daquele do laboratório, o que justifica, a nosso ver, ainda mais, uma necessária reflexão sobre a ética química (Rozentalski, 2018), sobre os seus limites e possibilidades:

Então, quando, por exemplo, a gente sintetiza algum material novo, que não tem na natureza, **a gente tem que fazer todo um espectro de estudo específico em torno daquele material pra ver os impactos que vai ter na natureza, pra ver os impactos que vai ter no corpo humano, nos diferentes ecossistemas que existem na natureza** (E7.2.06).

E, ao mesmo tempo, eu acho que a gente tem que tomar bastante cuidado com isso, justamente pelos efeitos deletérios, seja na nossa saúde, ou seja no meio ambiente. Então, a gente tem uma responsabilidade muito grande com isso, porque como é uma coisa que não tem na natureza, provavelmente nenhum microrganismo deve degradar aquilo, **então você está gerando um lixo que não degrada nunca talvez, né?** (E8.1.05).

Como realmente o mundo é, a gente talvez nunca saiba, porque, por exemplo, o RMN, que é altamente específico, vai dar características do que você está querendo detectar, não vai te dar a composição da molécula inteira. Porque através dessas características, você vai deduzindo e chegando a uma conclusão de que aquelas características representam uma molécula. Mas, não quer dizer que realmente seja isso. **E, além disso, você tem as características daquela molécula, uma única molécula. Agora, essa molécula exposta a um ambiente cheia de outras coisas ao redor dela, aí esse comportamento, acredito que a gente ainda não tenha essa capacidade de prever** (E3.1.17).

Estas Unidades de Significado parecem demonstrar um aspecto importante do conhecimento químico: a imprevisibilidade de seus produtos, os objetos químicos, na interação com o meio no qual serão utilizados. Como conciliar um novo objeto químico, com propriedades inéditas ou otimizadas, com a existência de milhões de objetos químicos existentes na natureza, ou até mesmo sintetizados pelo próprio ser humano, sabendo ser impossível prever todas as possíveis interações entre eles?

Essas Unidades de Significado ressaltam que os valores precisam ser estabelecidos em um discurso explícito sobre os objetivos da química e suas restrições morais. Os produtos da química sintética e analítica representam novas substâncias e processos que mudam o nosso ambiente, e isso pode ter implicações tanto benéficas quanto danosas para a vida em nosso planeta. Segundo Klein (2005), nenhuma outra ciência tem um impacto potencial tão direto na natureza e na sociedade.

O filósofo da química Schummer (2003), ao refletir sobre essas questões, destaca que, se substâncias há muito tempo estabelecidas em certos contextos são usadas em contextos completamente novos, deve-se estar ciente de que são necessárias novas avaliações e testes confiáveis para verificar sua adequação a este novo contexto. E, sendo assim, é necessário que haja uma reflexão sobre os possíveis impactos de novos objetos químicos em relação à sociedade, conforme destacam algumas Unidades de Significado. Assim, segundo Schummer,

Como sabemos sobre a utilidade das substâncias em contextos reais? Afirmo que a maneira mais confiável é por meio da experiência prática nos mesmos contextos de uso. Uma vez que contextos reais de uso são muito complexos para serem completamente descritos por conceitos científicos relativamente simples, cuja simplicidade se deve a contextos experimentais simplificados, somos forçados a estudar o comportamento das substâncias em contextos reais a fim de tirar conclusões confiáveis. E quanto mais experiência tivermos, mais confiáveis serão nossas afirmações sobre sua utilidade em contextos reais, ou seja, se uma substância é boa ou má (Schummer, 2003, p. 730)

É nesse sentido que Llored (2016) argumenta sobre a necessidade de um esquema conceitual sobre a natureza no qual possamos integrar melhor a dependência mútua entre um objeto químico e seu meio associado. Para o autor, a *realidade* que nos cerca não é a de um ambiente objetivo, constituído por um conjunto de objetos químicos que são desvelados por um sujeito individual, mas

a de um *meio*, historicamente e socialmente constituído, por meio do qual os objetos químicos interagem e, assim, fazem emergir as suas propriedades. Essa interpretação se assemelha àquela de Fleck (2010), segundo a qual, entre o sujeito e o objeto do conhecimento, há um terceiro elemento, **o estado do saber**.

Se, conforme argumenta Fleck (2010), fatores sociais e cognitivos estão intimamente relacionados no desenvolvimento das ciências e tecnologias, é necessário que os pesquisadores em química possam reconhecer quais são esses fatores, e como eles impactam o desenvolvimento das pesquisas científicas.

Nesse sentido, concordamos com Lewowicz (2015), quando esta autora ressalta que quanto mais perto estivermos do núcleo cognitivo das ciências, mais clara se tornará sua natureza social. “Contingências (sociais, materiais e simbólicas) não são meramente *externalidades*; eles são *constitutivos* de fatos científicos” (Lewowicz, 2015, p. 203, tradução nossa, grifo nosso). E, nesse sentido, a epistemologia de Fleck (2010) nos oferece ferramentas importantes para que possamos compreender ‘a gênese e o desenvolvimento dos fatos científicos’.

Nossos resultados para esta Categoria Emergente parecem corroborar com a argumentação de Schummer (2003), segundo a qual parece haver um discurso implícito entre os químicos de que ‘aprender com a Natureza’ significa que há um objeto a ser estudado e que o conhecimento assim obtido tem um valor maior do que outros conhecimentos. No entanto, o autor sugere que se ‘aprender com a Natureza’ sugere que o conhecimento resultante é de alguma forma significativo, tais valores *implícitos* precisam ser *explicitados*, sem referência apenas à uma suposta Natureza, mas sim, examinados em relação aos objetivos da química e da sociedade na qual se inserem.

Assim, segundo Schummer (2003), ao invés de apresentar narrativas metafóricas, como ‘aprender com a natureza e controlar a natureza’, as ações realizadas pelos químicos precisam ser explicitadas e avaliadas tendo como base valores aceitos pela sociedade, em uma perspectiva democrática. Se um objeto químico ‘sintético’ é considerado como tendo alguma vantagem ou desvantagem sobre outro ‘natural’, é preciso que haja discussões envolvendo

todos os interessados, buscando encontrar limites e possibilidades para os rumos das pesquisas científicas.

A proposta, assim, não seria restringir as pesquisas em química, mas refletir sobre possíveis caminhos que atendam a determinados valores, como a perspectiva da justiça social, participação democrática e sustentabilidade ambiental. Essas seriam soluções alternativas à perspectiva dominante e hegemônica do progresso tecnológico e do capital e mercado, que, segundo Mariconda (2023, p. 11), “direcionam a ciência prioritariamente para o controle técnico do mundo, produzindo as mais variadas crises, como as da mudança climática, da desigualdade social, da fome, da perda de diversidade, da extinção”.

Diante do exposto, ou seja, as Categorias Emergentes resultantes da análise das entrevistas, o próximo capítulo é dedicado à apresentação dos Estilos de Pensamento Químico identificados no Programa investigado, caracterizando, por meio das categorias Fleckianas, aspectos e processos envolvidos na construção destes Estilos. Apresentamos, também, implicações destes Estilos de Pensamento para a Educação em Química.

## CAPÍTULO V: ESTILOS DE PENSAMENTO QUÍMICO E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A NATUREZA DA QUÍMICA.

Neste capítulo, caracterizamos os aspectos e processos envolvidos na construção dos Estilos de Pensamento de professores-pesquisadores-orientadores, doutorandos e doutores egressos do Programa de Pós-graduação em química investigado.

De posse dos resultados obtidos com a análise das Unidades de Significado, identificamos Categorias Emergentes que nos deram indícios de como se constroem os *Estilos de Pensamento Químico*. Ao analisarmos as Categorias Emergentes resultantes do **Bloco 1: Problemas de pesquisa em química** e do **Bloco 2: Epistemologia química**, pudemos identificar dois Estilos de Pensamento que orientam os pesquisadores investigados ao construírem conhecimento químico: **Estilo de Pensamento Empírico-utilitário** e **Estilo de Pensamento Crítico-social**. O Quadro 10 mostra a relação estabelecida entre os Estilos de Pensamento e as Categorias Emergentes.

QUADRO 10 - ESTILOS DE PENSAMENTO E SUA RELAÇÃO COM AS CATEGORIAS EMERGENTES

Estilo de Pensamento	Categorias Emergentes do Bloco 1: Problemas de pesquisa em química	Categorias Emergentes do Bloco 2: Epistemologia química
<b>ESTILO DE PENSAMENTO EMPÍRICO-UTILITÁRIO</b>	<b>PPO</b> - Desenvolvimento de ciência e tecnologia orientadas pela concepção linear de progresso	<b>PPO</b> - Desenvolvimento de conhecimento químico visando a transformação da natureza para atender necessidades humanas
	<b>D</b> - Desenvolvimento de ciência e tecnologia visando o setor produtivo	<b>D</b> - Otimização de processos naturais via síntese química
	<b>E</b> - Desenvolvimento de ciência e tecnologia orientadas por questões de sustentabilidade e de saúde	<b>E</b> - Desenvolvimento de conhecimento químico segundo uma perspectiva tecnocientífica
<b>ESTILO DE PENSAMENTO CRÍTICO-SOCIAL</b>	<b>PPO</b> - Desenvolvimento de ciência e tecnologia orientadas por questões sociais	<b>PPO</b> - Desenvolvimento de conhecimento químico visando a transformação da natureza para atender necessidades humanas
	<b>D</b> - Desenvolvimento de ciência e tecnologia visando questões sociais	

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Apresentamos a seguir, a caracterização destes Estilos de Pensamentos. Em seguida, analisamos implicações gerais dos Estilos de Pensamento Químico para a Educação em Química.

## 5.1 ESTILO DE PENSAMENTO EMPÍRICO-UTILITÁRIO

Ao analisarmos as Categorias Emergentes dos Blocos 1 e 2, pudemos identificar entre a maioria dos pesquisadores investigados a presença de um Estilo de Pensamento Químico o qual denominamos **Estilo de Pensamento Empírico-utilitário**. Segundo esse Estilo, a construção do conhecimento científico deve seguir um *modelo linear de inovação dos objetos químicos*, ou seja, aquele deve iniciar com a pesquisa básica, a qual servirá de subsídio para a pesquisa aplicada. Juntas, estas promoveriam o desenvolvimento de tecnologias que trariam o bem-estar social para todos. Nesse modelo, a química teria um papel central no desenvolvimento societário, já que o desenvolvimento dessa ciência estaria vinculado ao desenvolvimento industrial, que seria responsável pela aplicação desse conhecimento na forma de tecnologia.

Argumentamos que esse *Estilo de Pensamento Empírico-utilitário* teve uma grande influência do relatório *Science: the Endless Frontier*, de 1945, elaborado no período pós-Segunda Guerra Mundial por Vannevar Bush, então diretor do *Escritório de Pesquisa Científica e Desenvolvimento*, órgão vinculado ao governo norte-americano. Segundo Dias e Dagnino (2006), esse relatório foi criado com o objetivo de garantir que a ciência recebesse a mesma atenção que havia recebido durante a 2ª Guerra Mundial, e realçava a relevância do avanço da ciência para a promoção do progresso social. Nesse relatório, encontramos a gênese de uma visão sobre a ciência que sugere que a pesquisa básica é essencial para o progresso do Estado, e que o conhecimento produzido por meio da pesquisa básica segue uma trajetória linear, culminando na inovação tecnológica e consequente desenvolvimento da sociedade.

Assim, compreendemos que o **Estilo de Pensamento Empírico-utilitário**, identificado no Programa investigado, sofre influência deste relatório e das concepções de ciência desenvolvidas naquele período. Ou seja, essa seria



uma concepção de ciência que teria surgido no passado, mas que permanece tendo grande influência sobre a maneira como a ciência é vista e sobre quais fins ela deve almejar. Segundo essa concepção, a ciência é vista como a busca racional da verdade objetiva, e a tecnologia, desenvolvida em uma etapa posterior da aplicação do conhecimento científico, como um instrumento de promoção do bem-estar social (Dias; Dagnino, 2006).

Segundo pudemos identificar, o **Estilo de Pensamento Empírico-Utilitário** representa um modo de fazer ciência que tem suas raízes na modernidade, podendo ser descrito ou representado por um conjunto de suposições que se valem de relações quantitativas, experimentais, instrumentais, sistemáticas, objetivas, reais e reducionistas para os fenômenos investigados, os quais remetem a uma perspectiva de progresso da humanidade via avanço do conhecimento científico.

Assim, para a maioria dos pesquisadores e dos pesquisadores em formação que compartilha deste Estilo de Pensamento, haveria uma realidade *a priori* que poderia, progressivamente e cumulativamente, ser conhecida por meio da ciência. Os fatos científicos estariam 'lá fora', esperando para serem descobertos. Como salienta Chamizo (2013), é desse modo que a ciência, que busca compreender a realidade por meio do estabelecimento de relações de causa e efeito, poderia controlar a natureza a fim de atender às necessidades humanas.

Kovac (2001), ao refletir sobre a pesquisa química contemporânea, argumenta que esta é tipicamente inspirada no uso, que é ao mesmo tempo fundamental e tecnológica. Pelo fato de a química ser vista como uma ciência prática, historicamente os químicos têm se preocupado menos em sondar os segredos profundos do universo e mais com a síntese de novos compostos (Kovac, 2002). Isso faz com que esta ciência apresente uma relação valorativa com o setor produtivo, o que dá a essa ciência um caráter peculiar em relação às outras áreas do conhecimento. Na mesma linha, Sjöstrom (2007, p. 85, tradução nossa), fala da "a existência de uma indústria própria desde tempos remotos que distingue a química das outras ciências". Para este autor, os

químicos frequentemente apresentam uma visão positiva do papel da química no desenvolvimento da sociedade.

Além disso, consideramos que as pesquisas desenvolvidas no Programa investigado, se encontram em uma fase de *extensão* do Estilo de Pensamento Empírico-utilitário, na qual o Coletivo de Pensamento esforça-se em estender essa forma de produzir ciência a outros problemas com sucesso (Fleck, 2010). Ou seja, ampliam-se os problemas de pesquisa que são investigados, tendo como base a linha de pesquisa na qual os pesquisadores foram formados, a qual se apresenta segundo uma perspectiva de concepção linear de progresso.

Um aspecto que corrobora nosso argumento é que, ao analisarmos os processos formativos envolvidos na construção do **Estilo de Pensamento Empírico-utilitário**, o que parece ser privilegiado é uma formação que procura oferecer condições para que os doutores egressos tenham condições de resolver problemas internos à própria química, fazendo avançar o conhecimento. Essa posição se justificaria pela concepção linear de progresso, que vê nas pesquisas básicas e aplicadas os fundamentos sobre os quais se assentam tal concepção.

Compreendemos que isso acontece devido à própria formação dos professores-pesquisadores-orientadores, que também foram formados segundo esse **Estilo de Pensamento Empírico-utilitário**. A formação desses profissionais acontece segundo linhas de pesquisa específicas, o que faz com que a sua atuação aconteça dentro de situações bem delimitadas, as quais já indicam ou definem quais problemas de pesquisa são passíveis de serem investigados.

Numa interpretação Fleckiana, essa delimitação é resultado da aderência a um Estilo de Pensamento, o que faz com que os membros do Coletivo de Pensamento tenham “uma disposição para um sentir e agir de acordo com um estilo, isto é, um sentir e agir direcionados e restritos; até o ponto de a resposta estar, na maioria dos casos, pré-formada na pergunta” (Fleck, 2010, p. 133).

Entretanto, ao analisarmos as Unidades de Significado, pudemos identificar a presença de variações no sistema de opiniões do **Estilo de**

**Pensamento Empírico-utilitário**, em especial, devido à forte presença do tema da sustentabilidade nas falas dos doutores egressos e, em menor grau, do tema da saúde.

Assim, apesar de questões relacionadas ao setor produtivo terem se mostrado com bastante ênfase entre os doutores egressos, pudemos identificar a presença de um matiz do Estilo de Pensamento Empírico-utilitário, a qual denominamos **Estilo de Pensamento Empírico-utilitário com matiz sustentável e de saúde**. Em uma perspectiva Fleckiana, matizes representam aproximações e distanciamentos no Estilo de Pensamento, na qual existe uma variação do estilo, porém mantem-se a ideia principal (Fleck, 2010).

Esse matiz sustentável e de saúde indica a presença de mutações no Estilo de Pensamento Empírico-utilitário, que surgem devido, entre outras razões, aos tráfegos intercoletivos de pensamento pelo qual passaram os doutores egressos durante sua formação. Essa incorporação de conceitos e práticas voltada a questões de sustentabilidade introduz um novo sistema de opiniões no Estilo de Pensamento Empírico-utilitário e, por isso, pode ser considerado como matiz do Estilo. Nas palavras de Fleck,

[...] podemos dizer, portanto, que qualquer tráfego intercoletivo de pensamentos traz consigo um deslocamento ou uma alteração dos valores de pensamento. Do mesmo modo que a atmosfera (*Stimmung*) comum dentro do coletivo de pensamento leva a um fortalecimento dos valores de pensamento, a mudança de atmosfera durante a migração intercoletiva provoca uma mudança desses valores em toda sua escala de possibilidades: da **pequena mudança matizada**, passando pela mudança completa do sentido até a aniquilação de qualquer sentido (Fleck, 2010, p. 161, grifo nosso)

Entretanto, apesar da existência desse matiz, os pressupostos do Estilo de Pensamento Empírico-utilitário ainda se fazem presentes nesse modo de se ver e conceber a construção do conhecimento científico.

Argumentamos, portanto, que um dos pressupostos adotados pela maioria dos pesquisadores e dos pesquisadores em formação durante o processo de produção de conhecimento químico, que corresponde ao *Acomplamento Ativo* – aquilo que é trazido pelo coletivo ao conteúdo do pensamento –, diz respeito a noção de progresso da sociedade por meio do desenvolvimento de pesquisas básicas. Segundo esse pressuposto, esse seria o primeiro passo rumo ao desenvolvimento de tecnologias que, posteriormente, trariam melhoria nas condições de vida para todas as pessoas. Já os resultados

das pesquisas, os objetos químicos produzidos com vistas a potenciais aplicações na forma de tecnologia, seriam os *Acoplamentos Passivos*, ou seja, aquilo que é visto como os resultados inevitáveis dos Acoplamentos Ativos.

No entanto, o que pudemos constatar em nossas análises das entrevistas, é o fato de que essa forma de se pensar e conceber a ciência encontra uma série de entraves, em especial, quando levamos em consideração o contexto brasileiro. Um dos principais problemas que pudemos identificar encontra-se no fato de que essa perspectiva de se fazer ciência foi elaborada em um contexto norte-americano, em uma sociedade que se encontrava em um estágio de capitalismo avançado, onde a ciência era concebida enquanto uma maneira de produzir novos produtos, fazendo avançar a economia. Naquele contexto, conforme argumenta Santos (1983, p. 61), “a atividade científica vincula[va]-se sobretudo, definitiva e radicalmente, ao processo produtivo. Estabelecido este vínculo, a produção científica aplicada convert[ia]-se progressivamente num meio de produção”. Para aquela sociedade, a atividade científica se mostrava fundamental para o desenvolvimento industrial.

Segundo essa orientação, os objetos químicos, convertidos em produtos, resultariam em novos processos, que possibilitariam um aumento de produtividade, reduzindo o tempo necessário à produção e com maior economia. Assim, nas palavras de Santos,

O desenvolvimento (de produtos) será o responsável pela transformação dos conhecimentos acumulados numa realidade produtiva e comercial. No mundo capitalista, a forma final do produto está vinculada à luta pela conquista ou domínio dos mercados. Desta forma, o desenvolvimento de produtos e, às vezes, de processos, deve atentar não só para o valor de uso dos produtos como também para o seu ajustamento ao mercado, isto é, para a condição de mercadorias assumida no capitalismo por todo produto ou processo. Por conseguinte, os gastos em desenvolvimento são de natureza ambígua: em parte, eles refletem uma necessidade do processo produtivo em geral, porém constituem também uma expressão das necessidades geradas por um modo de produção determinado (Santos, 1983, p. 65).

Desse modo, como resultado de produção de conhecimento científico e, em especial, do conhecimento químico, haveria uma expansão das atividades comerciais e econômicas da sociedade. Essa visão de ciência, que se coaduna com a proposta apresentada pelo relatório de Vannevar Bush, descrita anteriormente, levava em consideração uma determinada sociedade, que, a

nosso ver, não corresponde ao cenário que encontramos em nosso país. Por isso, vemos essa relação entre ciência básica e setor industrial como problemática, principalmente quando levamos em consideração o contexto brasileiro.

A nosso ver, essa situação é problemática e exige uma análise mais detida sobre o real papel da universidade pública na produção de conhecimento: a quem serve e para que serve o conhecimento químico ali produzido? Essas são perguntas complexas, e que fogem ao escopo do nosso trabalho. No entanto, apesar de complexas, não são perguntas novas, já tendo sido problematizadas por outros autores, como Kahlau, Schneider e Souza-Lima, que buscando uma resposta sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, argumentam que:

Trata-se, portanto, de problematizar um desenvolvimento entendido hegemonicamente como um processo linear, ininterrupto, associado à dominação da Natureza e reduzido ao acúmulo incessante de mercadorias como indicador de qualidade de vida (Kahlau, Schneider; Souza-Lima, 2019, p. 195).

Essa visão, segundo a qual o desenvolvimento de novas tecnologias levaria necessariamente ao progresso, leva-nos a questionar os pressupostos adotados pelo Estilo de Pensamento Empírico-utilitário na produção de conhecimento químico. Ao adotarmos a visão segundo a qual o progresso de uma sociedade está inevitavelmente associado a evolução/substituição constante das tecnologias, acabamos tomando como pressupostos que:

- a) o desenvolvimento tecnológico tem por si só a capacidade de transformar a sociedade, independentemente de outras dimensões;
- b) todas as civilizações tendem a alcançar padrões tecnológicos cada vez mais avançados;
- c) o progresso técnico é inevitável e desejável para todas as sociedades;
- d) a tecnologia é somente um meio para se atingir fins, sendo, portanto, essencialmente pura e neutra;
- e) sendo intrinsecamente neutra, a tecnologia pode ser utilizada indistintamente para atuar sob qualquer perspectiva de valor, para o bem ou para o mal e;
- f) o desenvolvimento da tecnologia é um indicador do progresso geral do desenvolvimento social, capaz de qualificar sociedades em atrasadas ou avançadas (Kahlau; Schneider; Souza-Lima, 2019, p. 196).

Em grande medida, é essa a perspectiva de produção de conhecimento químico que encontramos no Estilo de Pensamento Empírico-utilitário. No entanto, o que observamos ao analisarmos, mesmo que de maneira não exaustiva, a relação entre universidade e setor produtivo, é um distanciamento entre esses dois Coletivos de Pensamento, o que acaba provocando um insulamento da universidade em relação à sociedade.

Assim, apesar de termos observado nas Unidades de Significado resultados concretos em termos de produção de ciência básica e aplicada no Programa investigado, parece-nos que esses resultados não são suficientes para que essas produções cheguem até os diferentes estratos que compõem uma sociedade – ou, em outros termos, para que haja o desenvolvimento social. No contexto brasileiro, o setor produtivo se apresenta mais como um caso de dominação dos países periféricos pelos países centrais, valendo-se de nosso território como uma forma de apropriação de recursos locais, do que um caso de trocas e de valorização dos conhecimentos que são produzidos aqui.

Diante dessa situação de pouco diálogo entre universidade e setor produtivo, argumentamos que uma forma de se contrapor a essa problemática seria que as universidades brasileiras buscassem o desenvolvimento de tecnologias mais vinculadas a nossa realidade e a nossa sociedade, por meio da promoção do *tráfego interColetivo de Pensamento* com outros coletivos de pensamento, para além daqueles relacionados ao setor produtivo.

Uma proposta, já apresentada por diversos autores (Dagnino, 2010; 2014; 2019; Novaes, Dias, 2010), seria a de buscar a promoção de uma forma de desenvolvimento alternativo, que tenha como foco a produção de ciência e tecnologia mais relacionadas às realidades locais, e que gerasse respostas e soluções mais adequadas a esses contextos. Dessa forma, privilegiar-se-ia a produção coletiva e não a mercadológica, em uma tentativa de incorporar aspectos sociais, culturais e políticos à produção científico-tecnológica.

O sociólogo brasileiro e entusiasta das Tecnologias Sociais, Renato Dagnino (2010), argumenta que esse processo de produção de conhecimento voltado às necessidades locais só se torna possível à medida que se reconhece a ciência e tecnologia enquanto construções sociais e, portanto, enquanto atos

políticos. Diante dessa perspectiva, o sucesso na adoção de determinadas formas de ciência e tecnologia depende da valorização que se dá às condições específicas na qual estas serão implementadas, levando em conta o ambiente e os atores envolvidos.

Se o que buscamos é um redirecionamento científico e tecnológico que atenda a todas as parcelas da sociedade, é necessário que haja a participação democrática de todos os envolvidos no processo. Ou, conforme argumentam Novaes e Dias (2010), esse processo só se torna viável a partir do momento em que são levados em consideração no processo de produção de ciência e tecnologia:

[...] a participação comunitária no processo decisório de escolha tecnológica, o baixo custo dos produtos ou serviços finais e do investimento necessário para produzi-los, a pequena ou média escala, a simplicidade, os efeitos positivos que sua utilização traria para a geração de renda, saúde, emprego, produção de alimentos, nutrição, habitação, relações sociais, meio ambiente (Novaes; Dias, 2010. p.120).

Desse modo, as pesquisas, ao se aproximarem dos problemas encontrados no contexto nacional, poderiam estar mais vinculadas às reais necessidades de nossa sociedade e, assim, incorporar um ideal científico que poderia promover um estado de bem-estar social para todos. No entanto, é preciso atentar-se para o fato de que essa visão adota como pressuposto o fato de que a inovação tecnológica não se adequa a todo e qualquer contexto, sendo necessário compreender antes as reais necessidades do local onde essa tecnologia vai ser utilizada.

Essa participação mais democrática nos processos de produção de conhecimento é discutida por Fleck (2010), quando este argumenta sobre as possíveis relações entre o círculo esotérico, formado pelos especialistas de uma área de conhecimento, e o círculo exotérico, composto pelos leigos e leigos formados. Quando esta relação é mais democrática, ou seja, quando a opinião daqueles que compõem o círculo exotérico é levada em consideração pelos membros do círculo esotérico, há um maior avanço no desenvolvimento das ideias, e o conhecimento, por assim dizer, evolui. No caso contrário, ou seja, quando há um fechamento do círculo esotérico em relação à opinião pública dos



membros do círculo exotérico, existe uma tendência ao conservadorismo, e as ideias acabam se mantendo as mesmas. Nas palavras de Fleck:

Assim, os respectivos círculos esotéricos entram numa relação com seus círculos exotéricos que conhecemos da sociologia como a relação entre a elite e as massas. Quando as massas têm uma posição mais forte, um traço democrático se impõe a essa relação: de certo modo, a opinião pública é lisonjeada, e a elite tende a conservar a confiança das massas. [...] Quando a posição da elite é mais forte, ela procura o distanciamento e se isola da multidão: segredos e dogmatismo passam a dominar a vida do Coletivo de Pensamento. Nessa situação, encontram-se os coletivos religiosos de pensamento. A primeira forma, a democrática, leva inevitavelmente ao desenvolvimento das ideias e ao progresso; a segunda, em determinadas circunstâncias, ao conservadorismo e ao enrijecimento (Fleck, 2010, p.157).

Essa discussão mostra a importância de uma participação mais democrática nos processos de produção de conhecimento, já que, como bem salientam Kahlau, Schneider e Souza-Lima (2019, p. 204), se levarmos em consideração os contextos locais e os processos de participação coletiva, “além de apresentar soluções para a superação de situações de vulnerabilidade e exclusão social, propicia melhoria nas condições de vida dos atores envolvidos”.

No entanto, isso só é viabilizado a partir do momento em que discussões mais aprofundadas sobre o papel da química na sociedade sejam promovidas de maneira mais sistemática, por meio de reflexões realizadas em conjunto com as metaciências, representadas por áreas como a História, a Filosofia e a Sociologia da ciência. Não estamos assumindo aqui uma posição de que todos os problemas que apontamos acima seriam resolvidos por meio dessas reflexões. Mas, defendemos a ideia de que a promoção dessas reflexões nesse Coletivo de Pensamento poderia ser um caminho fecundo para que a ciência brasileira estivesse mais próxima da sociedade. Esse seria um caminho para a instauração de *Complicações*, que segundo Fleck (2010, p.71), são os momentos nos quais se manifestam as exceções de qualquer teoria abrangente, em contraposição à fase clássica, na qual somente se percebem os fatos que se enquadram com exatidão. Tais Complicações podem promover alterações no Estilo de Pensamento, podendo resultar, em última instância, na sua transformação.



Apresentamos, a seguir, a caracterização do segundo Estilo de Pensamento identificado no Programa investigado: **Estilo de Pensamento Crítico-social**.

## 5.2 ESTILO DE PENSAMENTO CRÍTICO-SOCIAL

A partir da análise das Unidades de Significado apresentadas nas Categorias Emergentes, em relação às principais motivações para a determinação dos problemas de pesquisa investigados e em relação aos objetivos almejados pelos pesquisadores e pelos pesquisadores em formação durante a condução de suas pesquisas, identificamos um segundo Estilo de Pensamento emergente, o qual denominamos **Estilo de Pensamento Crítico-social**. Este Estilo de pensamento apresenta como características a compreensão de que a química sofre influência de diversos setores da sociedade, e que, portanto, deve ser compreendida e desenvolvida em conjunto com sua 'esfera epistemológica'. Ou seja, a compreensão da química como uma atividade e como uma comunidade científica produtora de conhecimento vinculada à determinados interesses. Os problemas de pesquisa, e o ver orientado por esse Estilo de Pensamento considera os objetos químicos como uma tecnologia, que deve ser criada para solucionar problemas sociais, e que atenda aos setores da sociedade, sem, necessariamente, enriquecer alguns poucos grupos.

Neste Estilo de Pensamento, que teve uma menor presença nas Unidades de Significado analisadas, a perspectiva apresentada é a de que o conhecimento químico deve ser analisado com criticidade, já que apresenta uma estreita relação com o setor produtivo e, por isso, pode facilmente ser orientado para problemas e questões relativas a este setor. Segundo este Estilo de Pensamento, os problemas que a química deve investigar devem estar relacionados com as questões identificadas como problemáticas na sociedade. A química, portanto, não deve estar à serviço do setor produtivo e de interesses privados, mas sim, da sociedade.

Reconhecemos que para esse *Estilo de Pensamento*, o conhecimento científico deve ser pautado por objetivos explícitos e por valores societários, conectado ao contexto cultural mais amplo, ao domínio dos valores, significados e propósitos, em uma perspectiva democrática de produção de conhecimento. Tomando como base os argumentos propostos por Oliveira (2011), compreendemos que para esse *Estilo de Pensamento*, o princípio da justiça social é um valor incorporado pelos objetos químicos, admitindo-se, portanto, o valor da não-neutralidade do conhecimento, já que se reconhece que, a depender de como as pesquisas são conduzidas, e quais os interesses envolvidos, a pesquisa pode ou não ter como resultados o benefício equitativo de diversos grupos sociais.

Compreendendo que a química – geralmente vista como uma ciência vinculada ao setor produtivo, associada à eficiência e produtividade – pode ter seus rumos de pesquisa facilmente direcionados pelos valores do mercado, no **Estilo de Pensamento Crítico-social** há uma percepção de que os problemas de pesquisa dependem das características desse direcionamento. A saber, a que interesses responde, em que pressupostos se baseia, em quais estruturas institucionais são tomadas as decisões sobre os rumos das pesquisas, e quais atores participam do processo de produção de conhecimento.

A nosso ver, a análise deste Estilo de Pensamento demonstra de que maneira os processos de produção de conhecimento químico são influenciados por fatores externos à ciência, e a importância da análise do contexto histórico, social e cultural no qual as pesquisas se desenvolvem, como argumenta Fleck.

Como o *Fato Científico*<sup>24</sup> depende de três fatores que interagem reciprocamente: o respectivo estado do saber, os atores do conhecimento e aquilo que deve ser conhecido (Fleck, 2010, p. 81), a partir da análise desses resultados, pudemos delinear de que maneira “algo já conhecido influencia a maneira do conhecimento novo” (Fleck, 2010, p. 81). Ou seja, de que forma as motivações dos pesquisadores e dos pesquisadores em formação para a determinação dos problemas de pesquisa delimitam a constituição dos objetos

---

<sup>24</sup> Fleck (2010) define o Fato Científico como “uma relação de conceitos conforme o estilo de pensamento” (p. 132), “uma forma (Gestalt) a ser percebida de maneira imediata” (p. 144), e como um “sinal de resistência para o Coletivo de Pensamento” (p. 153).

químicos. Entre a realidade já instituída a partir das motivações para a construção de conhecimento químico, e a realidade a ser constituída por meio das pesquisas a serem desenvolvidas, encontra-se o sujeito de um Estilo de Pensamento coletivo.

É dessa forma que compreendemos, a partir da epistemologia Fleckiana que, paralelamente ao fechamento orgânico de cada Coletivo de Pensamento, ocorre uma limitação dos problemas admitidos dentro do Estilo de Pensamento, sendo que muitas questões são constantemente ignoradas ou rejeitadas por serem considerados sem/ou de menor importância. “Dessa postura surge uma atribuição específica de valores e uma intolerância característica, que são traços comuns de qualquer comunidade fechada” (Fleck, 2010, p. 156).

Diante de todas essas questões, decorre que ao se isolar o ‘contexto da descoberta’ do ‘contexto da justificação’ no processo de construção do conhecimento químico, corre-se o risco de que a química produzida não incorpore valores democráticos, e que, assim, seus produtos, os objetos químicos, não estejam ao alcance de todos.

Tomando como referência os argumentos apresentados por Oliveira (2008b), compreendemos que ao se considerar o conhecimento científico sob o viés da neutralidade, esse é colocado fora do alcance de questionamentos em termos de valores sociais, fazendo com que a ciência seja isolada da esfera valorativa e que o seu desenvolvimento seja reconhecido como um fim e si mesmo. Desse modo, em especial no caso da química, muitas vezes o avanço do conhecimento é entendido como um processo linear, associado à dominação da Natureza e à produção de objetos químicos cada vez mais inovadores, que podem servir como indicadores de qualidade de vida.

No entanto, como nos lembra Oliveira (2011), ao associarmos os processos de produção de conhecimento químico aos valores do setor produtivo, esses acabam incorporando aspectos desse setor, o que os faz serem subjugados pela perspectiva do inovacionismo:

Ora, para realizar-se como aplicação comercial, uma invenção precisa ser rentável, precisa ser capaz de contribuir para a maximização dos lucros da empresa que lança um novo produto, ou adota um novo método de produção. Mas quem determina o que é rentável é o

mercado. E sendo assim, na medida em que a obtenção de inovações se torna o objetivo primordial da pesquisa científica, seus rumos passam a ser ditados pelo mercado. Com o avanço do inovacionismo, a ciência fica mercantilizada na dimensão em pauta, perdendo com isso sua autonomia (Oliveira, 2011, p. 535).

Desse modo, como argumenta Oliveira, uma reflexão sobre a maneira de conduzir a ciência deve levar em consideração seus objetivos, decorrentes dos valores que lhe são atribuídos, e que justificam a dedicação a ela (Oliveira, 2011). Ao reconhecer que existe uma cisão entre a ciência pura e a ciência aplicada, admitindo-se que o cientista seria o responsável pelas 'descobertas' científicas – sendo que a aplicação deveria ter como responsáveis outros setores da sociedade, como o setor produtivo – corre-se o risco de que as produções científicas sejam direcionadas pelos valores desse setor, logo, excluindo parcela da sociedade que não tem acesso a essas inovações.

Para Fleck (2010), o pertencimento a um Estilo de Pensamento é o que faz com que os membros do Coletivo de Pensamento definam quais problemas de pesquisa são relevantes, e como eles devem impactar a sociedade. O Estilo de Pensamento representa uma disposição para uma percepção direcionada, um sistema de crenças que comporta uma visão de mundo. Assim, para o **Estilo de Pensamento Crítico-social**, os processos de produção de conhecimento químico devem ter um componente social, motivados pelo contexto no qual as pesquisas são desenvolvidas.

Diante dessas questões, Invernizzi (2022) propõe que é necessário transformar os sistemas de avaliação de uma forma que sejam estimuladas a produção de conhecimento aliado aos problemas locais, sem deixar de lado os problemas globais que enfrentamos, como as epidemias, mudanças climáticas, dentre outros. Desse modo, um dos caminhos apontados pela autora passa pela

[...] revitalización de las prácticas de extensión, desvalorizadas por los sistemas de evaluación, [que] es fundamental para integrar actores más diversos y sus problemas a las agendas de investigación. Modificar las señales de relevancia científica dadas por los sistemas de evaluación es esencial para conformar nuevas agendas de investigación. Ello demanda cultivar un nuevo concepto de excelencia científica entre los propios científicos (Invernizzi, 2022, p. 7).

Assim, o que todas essas questões parecem mostrar é a importância de uma participação mais democrática e participativa nos processos de construção do conhecimento químico. Esse fator ressalta a importância de se delinear

objetivos bem estabelecidos para o desenvolvimento das pesquisas, levando em consideração problemas que apresentem componentes sociais, os quais são importantes para que os valores societários sejam priorizados em detrimento dos valores relacionados ao setor produtivo.

Nesse sentido, parece-nos importante refletirmos sobre quais questões, para além daquelas estritamente científicas, podem nos orientar e nos ajudar a pensarmos em outros modelos de relação com a natureza e com a sociedade. Um caminho seria promover reflexões sobre modelos econômicos e culturais de desenvolvimento alternativos, que apresentem maiores níveis de sustentabilidade e pluralidade, e que convidem à superação da concepção linear de progresso. Conforme nossa análise, realizada no **Bloco 1: problemas de pesquisa em química**, vemos que soluções que levem em consideração o contexto local/regional de produção de conhecimento, com suas especificidades e pluralidade de perspectivas, podem ser um caminho fecundo.

Nesta mesma linha, o pesquisador Oliveira nos convida a pensarmos sobre qual ciência queremos, e o quanto estamos dispostos a mudarmos de atitude perante o *modus operandi* da ciência contemporânea:

Tendo a comunidade científica que dedicar uma parte de seu tempo e energia à reflexão sobre seu papel na sociedade, o resultado não pode deixar de ser uma diminuição no ritmo de progresso da ciência, segundo os parâmetros com que tal progresso é hoje avaliado. Talvez os cientistas achem esse um preço muito alto a ser pago. Cabe então deixar claro que o preço é de fato alto, mas compensador, que só dessa forma a ciência poderá recuperar seu prestígio, passando a contribuir de forma mais positiva para a sociedade, só dessa forma poderá recobrar a dignidade perdida ao se submeter servilmente aos interesses do mercado (Oliveira, 2008b, p. 114).

Concordamos com Oliveira (2008a), quando este autor argumenta que o exercício da responsabilidade social na ciência implica uma reflexão sobre as práticas científicas. Ou seja, uma reflexão sobre as consequências sociais da ciência produzida. No entanto, conforme argumenta o autor, tal reflexão só pode acontecer enquanto um empreendimento coletivo, no qual sejam fomentados debates sobre qual o papel da ciência e da tecnologia no mundo contemporâneo.

Entretanto, essas ações coletivas, que visam a discussão sobre os reais problemas que a sociedade enfrenta, só se tornam possíveis na medida em que os pesquisadores possam dispor de tempo e energia para tais reflexões, e um

espaço institucional adequado para o debate. Para tanto, seria importante que houvesse um incentivo para que reflexões sobre a prática científica fossem sistematicamente discutidas na formação do pesquisador, e que a ciência fosse considerada muito mais do que apenas o lema aparentemente incontornável de nossos dias, *publish or perish*, no qual os pesquisadores são constantemente pressionados a publicar artigos para garantir a sua posição acadêmica. Conforme argumenta Oliveira (2008a), muitas vezes, o tempo e a energia gastos em tal tipo de reflexão aparecem, nessa perspectiva, “como tempo e energia roubados do trabalho realmente produtivo. E, assim, o sistema de avaliação neoliberal impossibilita o exercício da responsabilidade social pelos cientistas” (Oliveira, 2008a, p. 385).

Diante dessas questões, consideramos que a epistemologia da química, enquanto uma forma de compreensão sobre como ocorrem os processos de construção de conhecimento químico, pode lançar luz em pontos importantes sobre as variáveis que influenciam o desenvolvimento das pesquisas. Concordamos com Pécaud (2013) quando este autor argumenta que a química deve ser objeto de discussão pública, não podendo ser justificada apenas em termos de produtividade científica e de suas aplicações tecnológicas. Para isso, tanto os cidadãos quanto os próprios cientistas devem ser reconhecidos como agentes sociais, que discutem e deliberam sobre temas científicos, de modo que agendas públicas de pesquisa sejam norteadas pelos interesses da maioria.

Nesse sentido, pensamos que uma primeira contribuição para este processo seria pelo reconhecimento da necessidade da interdisciplinaridade para a condução das pesquisas nas áreas ‘duras’. Áreas metacientíficas, como a História, a Filosofia e a Sociologia da ciência, que refletem de maneira sistemática sobre a ciência e seus processos de construção, poderiam contribuir para uma compreensão mais abrangente sobre os contextos históricos e sociais das pesquisas, e quais os interesses envolvidos na orientação destas. Essas disciplinas poderiam ser partes constituintes das discussões realizadas pelos cientistas. Isso certamente os ajudaria na elucidação sobre como conciliar interesses diversos na determinação dos problemas de pesquisa que os grupos investigam.

Pensamos que a perspectiva de produção de conhecimento químico representada pelo **Estilo de Pensamento Crítico-social** nos mostra caminhos importantes para pensarmos a produção científica, bem como, a formação de novos pesquisadores. Apesar de sua reduzida presença na análise das Unidades de Significado, este Estilo de Pensamento demonstra de que maneira questões sociais podem orientar a produção de conhecimento químico, sem, necessariamente, favorecer somente o setor produtivo, ou algum outro setor da sociedade específico.

### 5.3 IMPLICAÇÕES PARA A ABORDAGEM NATUREZA DA QUÍMICA

Ao identificarmos e caracterizarmos os **Estilos de Pensamento Empírico-utilitário** e **Crítico-social**, pudemos analisar a dinâmica dos processos de construção do conhecimento químico no Programa investigado. Em ambos os Estilos de Pensamento, pudemos identificar a presença de alguns elementos que parecem exercer influência sobre a maneira pela qual as pesquisas são desenvolvidas, e que, em uma perspectiva Fleckiana, correspondem aos *tráfegos intercoletivos* de pensamento (Fleck, 2010). São estes *tráfegos intercoletivos* que tornam possíveis as mudanças e o dinamismo das investigações científicas, já que promovem deslocamentos de significado dos conceitos, trazendo possibilidades de produção de novos conhecimentos. É desse modo que um Estilo de Pensamento pode sofrer *mutações* e ser alterado.

Assim, apesar de termos identificado o **Estilo de Pensamento Empírico-utilitário** e o **Estilo de Pensamento Crítico-social**, argumentamos que esses Estilos de Pensamento são *produtos* das dinâmicas de construção de conhecimento no Programa investigado, não sendo, portanto, nem alheios a influências externas e nem definitivos. Assim, podemos concluir que estes Estilos de Pensamento são, em alguma medida, idealizações dos processos de construção de conhecimento químico no Programa investigado, sendo que, em realidade, os sujeitos entrevistados nesta pesquisa se encontram no espaço de um espectro que tem esses dois Estilos nas extremidades.

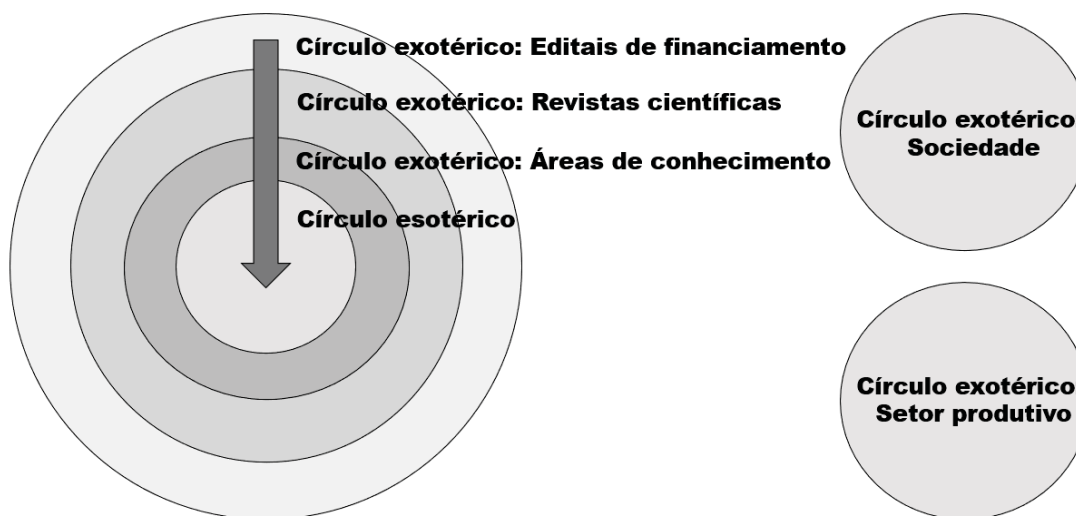
Ao analisarmos os *tráfegos intercoletivos* que pareciam ser comuns aos dois Estilos de Pensamento identificados, alguns elementos se destacaram e, ao que parece, exercem influência sobre estes Estilos. Durante a análise das Categorias Emergentes, identificamos como *tráfegos intercoletivos* de pensamento:

- as áreas de conhecimento, com as quais os pesquisadores em química interagem, e que norteiam alguns temas de pesquisa.
- as revistas científicas, vinculadas aos índices de produtividade acadêmica;
- os editais de financiamento, por meio do qual os pesquisadores obtêm recursos para a realização das pesquisas;
- o setor produtivo, que, apesar de pouca relação com a química acadêmica, emerge enquanto uma instituição que reflete os valores societários da química;
- a sociedade, representada pelos problemas contextuais que podem ser identificados nos locais de realização das pesquisas.

Segundo nossa interpretação, essas instâncias que, em uma perspectiva Fleckiana, podem ser identificadas como círculos exotéricos (Fleck, 2010), exercem grande influência nos processos de construção de conhecimento químico, já que acabam delimitando áreas de pesquisa e objetivos para as investigações. A Figura 1, apresentada a seguir, ilustra a maneira pela qual compreendemos a dinâmica dos processos de construção de conhecimento químico no Programa investigado.



FIGURA 1 - DINÂMICA DOS PROCESSOS DE CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO QUÍMICO NO PROGRAMA INVESTIGADO



Fonte: Elabora pelo autor (2024).

O centro da Figura 1 corresponde ao círculo esotérico, o núcleo do Coletivo de Pensamento, representado pelos especialistas. Em nosso caso, corresponde majoritariamente aos 1. Professores-pesquisadores-orientadores. O círculo esotérico é o responsável pelo processo de formação dos iniciados, que, em nossa análise, corresponde aos 2. Doutorandos e 3. Doutores egressos.

Os círculos concêntricos ao círculo esotérico correspondem aos círculos exotéricos, com os quais os membros do Coletivo de Pensamento interagem. Estes são representados pelas áreas de conhecimento, pelas revistas científicas e pelos editais de financiamento. Além disso, temos também os círculos exotéricos do setor produtivo e da sociedade que, segundo nossos resultados, estabelecem pouca ou nenhuma relação com o círculo esotérico.

Desse modo, é possível verificar que um Coletivo de Pensamento consiste em muitos círculos esotéricos e exotéricos que se interconectam, uma vez que os membros do Coletivo de Pensamento pertencem, simultaneamente, a um círculo esotérico e a muitos círculos exotéricos (Harwood, 1986). A formação de um Estilo de Pensamento surge como resultado dessa comunicação contínua entre diferentes círculos, e das mudanças de sentido que estão ligadas a esse processo.

Na Figura 1, podemos observar que o círculo das **revistas científicas**, a qual está vinculada às métricas de produtividade, orientam muitos dos temas de pesquisa abordado pelos pesquisadores, o que pôde ser evidenciado durante a análise das Unidades de Significado. Estas, muitas vezes, ditam agendas de pesquisa e questões que merecem ser investigada pelos pesquisadores, já que, no contexto investigado, existe uma necessidade de atender a índices de publicação.

Como existe uma estreita relação do círculo das revistas científicas com o círculo dos **editais de financiamento**, que apresentam como critérios de avaliação dos projetos os índices de produtividade dos pesquisadores – que, por sua vez, estão vinculados às publicações em revistas científicas -, vemos que a necessidade de publicações em revistas científicas acaba sendo um dos objetivos das atividades desenvolvidas no Programa investigado, já que existe uma necessidade de financiamento para a realização das pesquisas, obtidas com os editais de financiamento.

Contemporaneamente, em áreas de pesquisa como a química, exigem-se equipamentos cada vez mais sofisticados para a realização das pesquisas, as quais possibilitam publicar em revistas científicas de alto impacto. Com isso, cria-se um círculo vicioso, no qual a necessidade de publicar em revistas científicas de alto impacto gera a demanda por altos investimentos, que, por sua vez, podem ser conseguidos publicando cada vez mais em revistas de alto impacto.

Como consequência, tem-se uma percepção de que a ciência boa é aquela que demanda altas tecnologias e que apresenta elevadas taxas de produtividade, reforçando a concepção linear de progresso. Assim, há uma relação intrínseca entre os temas de pesquisa investigados, as revistas científicas e os editais de financiamento das pesquisas. Isso nos mostra como fatores sociais impactam os processos de construção de conhecimento, e como a escolha sobre os temas que deverão ser pesquisados representam uma questão social.

Contemporaneamente, tomando como base as Categorias Emergentes identificadas durante o processo de análise dos dados, os temas de pesquisa

em química parecem abranger, em larga medida, questões de sustentabilidade e de saúde, que puderam ser evidenciadas com maior incidência na análise das entrevistas dos 3. Doutores egressos.

Essas questões são representadas na Figura 1 pelo círculo **áreas de conhecimento**. Como, segundo as Unidades de Significado dos doutores egressos, há um incentivo por parte dos editais de financiamento para a realização de pesquisas interdisciplinares, buscando solucionar diversos problemas identificados em sociedade, em especial, aqueles relativos ao ambiente e à saúde, muitas das pesquisas realizadas em química procuram justamente desenvolver objetos químicos voltados a essas especificidades.

Portanto, a tríade revistas científicas, editais de financiamento e áreas do conhecimento representam círculos exotéricos que interagem entre si, e também com o círculo esotérico. São esses os círculos que exercem maior influência no desenvolvimento das pesquisas realizadas no Programa investigado.

Em relação aos dois outros círculos identificados na Figura 1, a saber, **sociedade** e **setor produtivo**, o que as Unidades de Significado parecem mostrar é que estas exercem pouca, ou nenhuma, influência nas pesquisas realizadas no Programa. Ao menos se considerarmos esta influência de maneira direta. Algumas Unidades de Significado mostraram a relação de alguns pesquisadores com o setor produtivo, com algumas pesquisas desenvolvidas buscando trazer soluções para os problemas identificados nas indústrias, como aqueles relacionados à eficiência e à produtividade.

No entanto, um dos principais problemas que pudemos identificar nesta relação diz respeito aos valores que movem cada uma dessas instâncias: enquanto a universidade busca construir ciência que faça avançar o conhecimento, e que esse conhecimento seja publicável, o setor produtivo busca conhecimentos que os faça aumentar os seus lucros, procurando mantê-lo em segredo. Isso faz com que haja um distanciamento entre os temas que são pesquisados nas universidades e aqueles que são caros ao setor produtivo.

Já em relação à sociedade, as Unidades de Significado e as Categorias Emergentes mostram que essa instância também interage pouco com os

Coletivos de Pensamento do Programa investigado, havendo pouca presença de temáticas mais contextualizadas nas pesquisas. Isso acontece devido à demanda por elevados índices de produtividade, que acaba fazendo com que os pesquisadores desenvolvam pesquisas que façam avançar o conhecimento, as quais, não necessariamente, têm relação com os contextos locais.

Um dos problemas que identificamos neste processo é que as publicações, muitas vezes, são voltadas a temas ditados por revistas internacionais, cujos problemas não se adequam às necessidades de nosso país. Isso distancia os resultados das pesquisas dos problemas identificados em território nacional, fazendo com que o conhecimento fique internalizado no ambiente acadêmico.

Diante dessas considerações, pensamos que seria importante buscar compreender como temas da sociedade poderiam estar mais presentes nas investigações realizadas pelos pesquisadores. Ao que os resultados desta pesquisa indicam, os editais de financiamento, juntamente com as áreas de conhecimento e as revistas científicas têm um papel preponderante neste processo, já que exercem grande influência nos temas de pesquisa que merecem relevância.

Outro ponto importante de ser investigado seria em relação aos índices de produtividade, que poderiam levar em consideração outros critérios a fim de avaliar as produções dos pesquisadores, e que estivesse orientado rumo a questões contextuais. Além disso, questões vinculadas à docência também poderiam estar mais presentes durante o processo formativo desses pesquisadores, já que esta formação, certamente, auxiliaria os estudantes a desenvolverem perspectivas mais críticas e contextualizadas sobre os processos de construção de conhecimento químico.

A análise da dinâmica dos processos de construção de conhecimento no Programa investigado corrobora o ponto sobre o qual argumentamos anteriormente: o **Estilo de Pensamento Empírico-utilitário** e o **Estilo de Pensamento Crítico-social** representam produtos dessa dinâmica de construção do conhecimento.

A depender dos fatores que exercem maior ou menor influência nos Coletivos de Pensamento, teremos Estilos de Pensamento Químico que variam de um espectro ao outro, sendo que a maioria dos sujeitos investigados nesta pesquisa se encontram entre estes dois polos. Isso pôde ser evidenciado durante a análise dos 2. Doutorandos e dos 3. Doutores egressos. Na análise dos 2. Doutorandos, identificamos com maior clareza uma aderência dos doutorandos ao **Estilo de Pensamento Empírico-utilitário** e ao **Estilo de Pensamento Crítico-social**, já que estes sujeitos se encontram em início do seu processo formativo. Já durante a análise dos 3. Doutores egressos, pudemos identificar o **Estilo de Pensamento Empírico-utilitário com matiz sustentável e de saúde**, o qual evidencia a relação que existe entre os círculos esotéricos, no processo que Fleck (2010) identifica como *tráfego intercoletivo* de pensamento, o qual pode promover mutações no Estilo de Pensamento.

Em relação à epistemologia química, o que pudemos identificar foi a influência do contexto ambiental no desenvolvimento das pesquisas, no qual parece haver uma forte tendência da biomimética orientar processos de construção do conhecimento químico. Assim, a natureza, que em dado momento já foi tomado como algo que deveria ser controlada, dominada e superada, aparece como algo a ser imitado, reproduzido e otimizado, tendo como objetivo atender às necessidades humanas. A *transformação* do mundo material, portanto, parece representar uma forma de o ser humano estar no mundo, sendo a química, a grande representante dessa forma de atuação.

A epistemologia química tem relação com a maneira pela qual transformamos os objetos químicos naturais em proveito de interesses humanos. Os químicos produzem milhões de substâncias todos os anos, sendo que, muitas delas, além de teorias e formas de representações, passam a povoar o cotidiano da população. É desse modo que os objetos químicos aparecem carregados de intencionalidades, emergindo como produtos de condições sociais, culturais e históricas, aquilo que Fleck (2010) denomina como *estado do saber*. Resta refletir, portanto, sobre quais são os determinantes deste estado do saber.

Nesse contexto, vimos que muitas das pesquisas visam atender ao conceito de inovação, que conforme argumenta Oliveira (2023), estão alinhadas

a uma perspectiva tecnocientífica. Estas inovações, em geral, têm como pressuposto os valores ditados pelo mercado, sendo que os critérios de validação sobre a validade dos objetos químicos são estipulados, muitas vezes, pela possibilidade de rentabilidade que apresentam. Isso certamente orienta problemas de pesquisa, epistemologias, e visões os objetivos da química.

A identificação destes Estilos de Pensamento ressalta que os valores que subjazem a construção de conhecimento químico precisam ser estabelecidos em um discurso explícito sobre os objetivos da química e suas restrições morais. Os produtos da química sintética e analítica representam novas substâncias e processos que mudam o nosso ambiente, e isso pode ter implicações tanto benéficas quanto danosas para a vida em nosso planeta. E, sendo assim, é necessário que haja uma reflexão sobre os possíveis impactos de novos objetos químicos em relação à sociedade.

É nesse sentido que Llored (2016) argumenta sobre a necessidade de um esquema conceitual sobre a natureza no qual possamos integrar melhor a dependência mútua entre um objeto químico e seu meio associado. Para o autor, a *realidade* que nos cerca não é a de um ambiente objetivo, constituído por um conjunto de objetos químicos que são desvelados por um sujeito individual, mas a de um *meio*, historicamente e socialmente constituído, por meio do qual os objetos químicos interagem e, assim, fazem emergir as suas propriedades. Essa interpretação se assemelha àquela de Fleck (2010), segundo a qual, entre o sujeito e o objeto do conhecimento, há um terceiro elemento, **o estado do saber**.

Se, conforme argumenta Fleck (2010), fatores sociais e cognitivos estão intimamente relacionados no desenvolvimento das ciências e tecnologias, é necessário que os pesquisadores em química possam reconhecer quais são esses fatores, e como eles impactam o desenvolvimento das pesquisas científicas.

Nesse sentido, concordamos com Lewowicz (2015), quando esta autora ressalta que quanto mais perto estivermos do núcleo cognitivo das ciências, mais clara se tornará sua natureza social. E, nesse sentido, a epistemologia de Fleck (2010) nos oferece ferramentas importantes para que possamos compreender ‘a gênese e o desenvolvimento dos fatos científicos’.

A proposta, assim, não seria restringir as pesquisas em química, mas refletir sobre possíveis caminhos que atendam a determinados valores, como a perspectiva da justiça social, participação democrática e sustentabilidade ambiental. Essas seriam soluções alternativas à perspectiva dominante e hegemônica do progresso tecnológico e do capital e mercado, que, segundo Mariconda (2023, p. 11), “direcionam a ciência prioritariamente para o controle técnico do mundo, produzindo as mais variadas crises, como as da mudança climática, da desigualdade social, da fome, da perda de diversidade, da extinção”.

Todas essas considerações nos mostram alguns aspectos importantes da Natureza da Química (NdQ). Ao analisarmos os processos de construção do conhecimento químico em seu contexto histórico, social e cultural, consideramos ser possível compreender, em um sentido mais amplo, que papel esta ciência desempenha na sociedade, suas expectativas sociais, e quais seus limites e possibilidades.

Ao tomarmos como pressuposto que a Educação em Química deve possibilitar aos estudantes avaliarem criticamente as produções científicas, compreendendo seu escopo, influências e limites, parece-nos importante levarmos em consideração a NdQ. Isso porque, conforme procuramos demonstrar durante as análises, a química apresenta peculiaridades em relação aos seus objetivos, valores e produtos, que a distingue, em alguma medida, das outras ciências.

Ao analisarmos os processos de construção do conhecimento químico sob a ótica Fleckiana, pudemos identificar, mesmo que parcialmente, quais relações a química estabelece com a sociedade, e como, a depender do contexto no qual esta ciência se desenvolve, podemos ter orientações distintas nas suas construções. Essas questões corroboram a perspectiva de Sjöstrom (2013b), para quem o Ensino de Química atual costuma ser muito focado no conteúdo, com pouca ênfase nos problemas locais e nas questões políticas envolvendo a química.

Diante disso, pensamos poder contribuir com algumas reflexões sobre a importância do conhecimento químico no/para o mundo científico e tecnológico

no qual vivemos, como um corpo de conhecimentos produzidos por pessoas que procuram dar sentido às transformações materiais. Além disso, a noção de natureza que guia os químicos parece apresentar peculiaridades, que podem repercutir na maneira pela qual ensinamos química. Ao assumirmos que a química deve ser guiada por uma orientação ambiental e de saúde, tendo como pressuposto o bem-estar de toda a população, a nossa percepção sobre a natureza enquanto uma fonte de recursos pode ser modificada, e poderemos compreendê-la em uma perspectiva ecológica, por meio de uma relação harmoniosa com os outros seres.

A química apresenta uma relação intrínseca com a indústria e com o mercado, e possui peculiaridades que merecem maior discussão e reflexão dos educadores em química. Em consonância com a perspectiva apresentada por Allchin (2011), de uma NdC contextualizada, parece-nos que os resultados obtidos com esta pesquisa parecem indicar caminhos para que a ciência possa ser analisada em seu devido contexto, juntamente com outras abordagens, como a histórica e a investigativa.

A proposta apresentada por Hodson e Wong (2017), de investigar o trabalho dos cientistas que atuam na fronteira da geração de conhecimento, procurando compreender quais as suas motivações, dilemas e percepções sobre a ciência, nos parece fecunda, diante dos nossos resultados. Ao buscarmos investigar a ciência 'na prática', pudemos identificar fatores pouco discutidos na abordagem NdC, como a influência das revistas científicas e dos editais de financiamento no desenvolvimento das pesquisas, além da relação com o setor produtivo.

A química é uma ciência que, ao longo da história, ofereceu soluções para muitos problemas importantes, relacionados à saúde, alimentação, energia, dentre outras questões. Por ser uma ciência central, está presente em todos os contextos nos quais o ser humano habita. E, justamente por ser onipresente, é que sofre grandes influências do contexto no qual é desenvolvida. Sendo assim, consideramos relevantes perspectivas sobre a química e seu ensino que possam mostrar de que forma esses contextos impactam o conhecimento químico produzido, já que, como nos mostra Fleck (2010), o desenvolvimento da ciência



é sempre contextual, histórico e contingente. Ou, como argumenta Löwy ao refletir sobre a epistemologia Fleckiana,

Não existe um caminho predeterminado nem uma progressão definida de antemão. Outra sucessão de acontecimentos históricos, outros desenvolvimentos em inovação tecnológica, ou outras formas de organização social poderia certamente produzir outros “Estilos de Pensamento” e outros “fatos”. [...] Os conceitos científicos atuais, resultado de uma história específica, estão longe de ser a única possibilidade lógica para ordenar e compreender os fenômenos naturais. Portanto, não se pode compreender a ciência sem considerar a sua história (Löwy, 2012, p. 22).

Assim, reflexões sobre a química, sobre a sua história e seus contextos de produção, certamente pode oferecer um caminho fecundo para o desenvolvimento de uma ciência cada vez mais democrática e participativa.

Consideramos que a abordagem desenvolvida nesta pesquisa pode elucidar como esses processos influenciam o cotidiano dos pesquisadores e quais caminhos podemos construir. Assim, a partir de investigações como essas, aspectos *normativos* sobre a atividade científica podem ser problematizados, trazendo à tona discussões sobre quais valores subjazem o conhecimento científico e como se dão as relações entre ciência e sociedade.

## CAPÍTULO VI: CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo geral *caracterizar aspectos e processos envolvidos na construção dos Estilos de Pensamento de pesquisadores(as) e pesquisadores(as) em formação em um Programa de Pós-graduação em química de uma universidade pública brasileira*, analisados no período de fevereiro a julho de 2022. Esta investigação foi realizada por meio da análise de entrevistas semiestruturadas realizadas com sujeitos desse programa, a saber, professores-pesquisadores-orientadores, doutorandos, e doutores egressos.

Pudemos identificar, durante o processo de análise, Categorias Emergentes que refletiram características sobre os Estilos de Pensamento Químico presentes no Programa investigado. Com esta pesquisa, tivemos como objetivo contribuir com o debate sobre a Natureza da Ciência, em especial, com a Natureza da Química.

Identificamos dois Estilos de Pensamento Químico: o **Estilo de Pensamento Empírico-utilitário** e o **Estilo de Pensamento Crítico-social**. Constatamos, também, um matiz do Estilo de Pensamento Empírico-utilitário, denominado **Estilo de Pensamento Empírico-utilitário com matiz sustentável e de saúde**, observado entre os doutores egressos entrevistados.

O desenvolvimento desta pesquisa nos mostrou a importância de investigações com cientistas durante seu labor para uma melhor compreensão do fazer científico. Durante este percurso, pudemos compreender e evidenciar elementos importantes sobre a prática científica, em especial, aquelas envolvendo a ciência química.

Ao confrontarmos percepções oriundas da Filosofia da Química com o ‘trabalho em campo’, pudemos identificar questões que, a nosso ver, merecem maior atenção e relevância dos pesquisadores da área, como a relação entre química e indústria e a maneira pela qual os equipamentos são elementos muitas vezes determinantes nos laboratórios de pesquisa.

Todas essas questões emergiram, ao nosso ver, porque tomamos como base a epistemologia de Ludwik Fleck, que nos ofereceu um olhar sociológico e epistemológico sobre a ciência, evidenciando aspectos sociais, históricos e

culturais da química, o que, certamente, pode enriquecer os debates sobre a Natureza da Química.

Não tivemos como pretensão esgotar o assunto a partir desta sociologia científica, mas apenas mostrar as possibilidades que esta abordagem apresenta. Ao confrontarmos perspectivas herdadas de Natureza da Ciência com as perspectivas de cientistas praticantes, pudemos identificar com maior precisão questões como: 'a ciência é influenciada pelo contexto histórico e social' ou 'a observação é carregada de teoria'. A abordagem utilizada nesta pesquisa nos ofereceu, além do 'o que', o 'como' esses processos acontecem.

Além disso, ao utilizarmos a Análise Textual Discursiva como metodologia de análise, pudemos dar voz ao emergente, àquilo que 'nos tirou o chão' e que não esperávamos identificar. Pensamos que a riqueza do processo residiu justamente neste ponto: fomos atrás daquilo que não sabíamos (apesar da aparente contradição desta frase), buscamos o desconhecido, o inesperado. O resultado foi um encontro que nos deu uma nova percepção sobre a ciência química, e sobre a ciência em geral, já que pudemos compreender, pelo menos em alguma medida, o que a frase 'a ciência é uma construção humana' significa.

Ao analisarmos os resultados, pudemos encontrar pesquisadores em química imersos em conflitos e disputas, buscando, de alguma forma, construir ciência. Em um país como o nosso, onde recursos e verbas destinadas ao desenvolvimento científico e tecnológico são escassos, a luta entre os pesquisadores é diária.

Portanto, esta tese não pretende ser uma avaliação do trabalho realizado pelos pesquisadores, mas sim, um convite à reflexão sobre a ciência 'de carne e osso': sobre os problemas identificados no Programa investigado, e que podem refletir questões estruturais envolvendo a ciência brasileira; sobre a pressão que os pesquisadores sofrem por terem que atingir índices de produtividade cada vez mais inalcançáveis; sobre os editais de financiamento, que tornam a pesquisa científica cada vez mais orientada ao mercado; sobre a necessidade de desenvolvermos pesquisas que atendam aos anseios contextuais e locais, em uma perspectiva coletiva e democrática.

Esta não é uma tese sobre epistemologia química ou sobre Ludwik Fleck. É, sim, uma tese que encontra nestes referenciais uma possibilidade de

dar vazão às inquietações relatadas na introdução deste trabalho. Certamente, esta análise abre caminhos para muitas pesquisas futuras, nas quais é possível investigar 1) a influência dos congressos científicos nos temas pesquisados; 2) áreas com as quais a química estabelece interfaces contemporaneamente; 3) a maneira pela qual os editais de financiamento são construídos; 4) como os editores das revistas científicas se valem da revisão por pares para analisar artigos científicos, dentre outras questões.

Certamente, este trabalho não esgota o tema. Certamente, a análise epistemológica de Ludwik Fleck também não. No entanto, este trabalho permite evidenciar que as pesquisas envolvendo a abordagem NdC podem ser enriquecidas se levarmos em consideração, além das vozes dos cientistas praticantes, diferentes domínios do conhecimento científico. Áreas como a biologia molecular, nanotecnologia, ciência dos materiais, dentre outras, podem oferecer percepções distintas sobre aquelas identificadas neste trabalho. Seriam elas tecnociências? Qual a influência do setor produtivo nestas áreas? Quais seus objetivos e valores?

Esperamos, com esta investigação, termos contribuído com as discussões sobre a NdC, demonstrando de que maneira a epistemologia de Ludwik Fleck pode ser um referencial importante para essa área, já que lança luz a questões que parecem ser urgentes e que demandam esforços de todos para refletirmos sobre os rumos da ciência e tecnologia em nosso país.

## REFERÊNCIAS

- ALLCHIN, D. Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science. **Science Studies and Science Education**, v. 95, p. 518 – 542, 2011. DOI 10.1002/sce.20432.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001.
- BAIRD, D. Analytical chemistry and the 'big' scientific instrumentation revolution. **Annals of Science**, v. 50, n. 3, p. 267-290, 1993. DOI: 10.1080/00033799300200221.
- BAIRD, D.; SCERRI, E.; McINTYRE, L. (Eds.). **Philosophy of Chemistry: synthesis of a new discipline**. Boston Studies in the Philosophy of Science, v. 242. Dordrecht: Springer, 2006.
- BARBOSA, F. T. **O estado do conhecimento das pesquisas sobre história e filosofia da ciência em periódicos da área de ensino de ciências: um olhar para a educação em química**. 2016. 235 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2016.
- BARBOSA, F. T.; AIRES, J. A. A natureza da ciência e a formação de professores: um diálogo necessário. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 115 – 130, 2018. DOI: 10.3895/actio.v3n1.7093.
- BARBOSA, F. T.; LORENZETTI, L.; AIRES, J. A. O Aspecto Tecnocientífico do Conhecimento Químico Contemporâneo. **Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química**, v. 3, n. 1, 2022.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BARTELMEBS, R. C. Mas o que eu sei? O movimento da aprendizagem da escrita acadêmica a partir da análise textual discursiva. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v.8, n.19, p. 1010-1020, 2020.
- BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade: o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: Edufsc, 1998.
- BENSAUDE-VINCENT, B. **As vertigens da tecnociência**. São Paulo: Ideias & Letras, 2013a.
- BENSAUDE-VINCENT, B. Philosophy of chemistry. In: BRENNER, A.; GAYON, J. (Orgs.), **French studies in the philosophy of science: contemporary research in France**. Dordrecht: Springer, p. 165–186, 2009a.
- BENSAUDE-VINCENT, B. Philosophy of Chemistry or Philosophy with Chemistry? **HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry**, v. 20, p. 59-76, 2014.
- BENSAUDE-VINCENT, B. Reconfiguring Nature Through Syntheses: From Plastics to Biomimetics. In: Bensaude-Vincent, B.; Newman, W.R. (Eds.). **The**

**Natural and the Artificial: An Ever-Evolving Polarity.** Cambridge: MIT Press, p.293-312, 2007.

BENSAUDE-VINCENT, B. The Chemists' Style of Thinking. **Ber.Wissenschaftsgesch.** v. 32, p. 365–378, 2009b.

BENSAUDE-VINCENT, B.; SIMON, J. **Chemistry: The impure science.** Londres: Imperial College Press, 2008.

BINNEY, N. R. Ludwik Fleck's 'active' and 'passive' elements of knowledge revisited: Circular arguments in the medical literature on inflicted head injury in the light of Fleck's epistemology. **Transversal: International Journal for the Historiography of Science**, v. 1, p. 101-115, 2016.

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

BRANDÃO, X. S. G. **Uma análise da formação de professores de física do IFRN a partir da epistemologia de Ludwik Fleck.** 2015. 147f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Educação. Natal, 2015.

CHAMIZO, J.A. Chemistry and its transformations. In: MALAQUIAS I., OLIVEIRA J., FERRAZ-CAETANO J. (Coords). **Múltiplas facetas na história da ciência química.** Aveiro: Universidade de Aveiro, 2023, p. 13-18. ISBN 978-972-789-881-7.

CHAMIZO, J. A. Technochemistry: One of the chemists' ways of knowing. **Foundations of Chemistry**, v. 15, p. 157-170, 2013.

CHICÓRA, T.; AIRES, J. A.; CAMARGO, S. A epistemologia de Ludwik Fleck: análise das produções do encontro nacional de pesquisa em educação em ciências entre os anos de 1997 e 2015. **ACTIO: Docências em Ciências**, v. 3, n. 3, p. 6-25, 2018.

CONDÉ, M. L. L. Mutações no Estilo de Pensamento: Ludwik Fleck e o Modelo Biológico na Historiografia da Ciência. **Revista de Filosofia Moderna e Contemporânea**, v.6, n.1, p. 155-186, 2018.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativos e misto.** 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DAGNINO, R. **Tecnologia Social: contribuições conceituais e metodológicas** [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2014.

DAGNINO, R. (Org). **Tecnologia social: ferramenta para construir outra sociedade.** 2. ed. Campinas: Komedi, 2010.

DAGNINO, R.; THOMAS, H.; DAVYT, A. El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad em Latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria. **Redes**, v. 3, n. 7, p. 13–51, 1996.

DIAS, M. V. B.; SILVA, N. R. Proposta de validação de instrumento de pesquisa em educação: o estudo piloto e sua contribuição para a coleta definitiva. **InFor – Inovação e Formação**, v. 6, n. 1, p. 212-242, 2020.

DIAS, R.; DAGNINO, R. Políticas de Ciência e Tecnologia: Sessenta anos do Relatório *Science: the Endless Frontier*. **Avaliação – Revista da Rede de Avaliação Institucional da Educação Superior**, v.11, n.2, 2006.

DIAZ, C. A.; ARIZA, Y.; ADÚRIZ-BRAVO, A. La filosofía de la química como referencia epistemológica en la construcción de una "naturaleza de la ciencia" para la formación del profesorado de química. **Campo Abierto**, v. 35, n. 2, p. 59-68, 2016.

DIAZ, C. A.; ARIZA, Y.; ADÚRIZ-BRAVO, A. La "naturaleza de la química" en las líneas actuales de investigación sobre la enseñanza de la química. **Sociedad Colombiana de Ciencias Químicas**, v. 1, n. 9, p. 47-50, 2017.

DUTRA, L. H. A. **Introdução à teoria da ciência**. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2017. 194 p.

EL-HANI, C.; POLISELI, L.; LUDWIG, D. Beyond the divide between indigenous and academic knowledge: Causal and mechanistic explanations in a Brazilian fishing community. **Studies in History and Philosophy of Science**, v. 91, p. 296 -306, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2021.11.001>.

ERDURAN, S. Philosophy of chemistry: an emerging field with implications for Chemistry Education. In: BEVILACQUA, F. et al. (Eds). **Science Education and Culture**. Netherlands: Kluwer, 2001, p. 165-177.

ERDURAN, S.; ADÚRIZ-BRAVO, A.; NAAMAN, R. M. Developing epistemologically empowered teachers: examining the role of philosophy of chemistry in teacher education. **Science & Education**, v. 16, p. 975–989, 2007.

ERDURAN, S.; SCERRI, E. The Nature of Chemical Knowledge and Chemical Education. In: GILBERT, J.K., DE JONG, O., JUSTI, R., TREAGUST, D.F., VAN DRIEL, J.H. (Eds). **Chemical Education: Towards Research-based Practice**. Science & Technology Education Library, vol 17. Springer, Dordrecht, 2002, p. 7-27. [https://doi.org/10.1007/0-306-47977-X\\_1](https://doi.org/10.1007/0-306-47977-X_1)

FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico: introdução à doutrina do Estilo de Pensamento e do Coletivo de Pensamento**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

FLECK, L. Scientific observation and perception in general. In: COHEN, Robert S.; SCHNELLE, Thomas. (Orgs). **Cognition and fact: materials on Ludwik Fleck**. Boston studies in the philosophy of science, v. 87. Dordrecht: Reidel, [1935], 1986, p. 59-78.

FREIRE, M.; AMARAL, E. M. R. Perfil conceitual de química: uma ferramenta heurística para a análise de concepções sobre química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 2, p. 217-244, 2021.

GALIAZZI, M. C.; SOUSA, R. S. O que é isso que se mostra: o fenômeno na análise textual discursiva? **Atos de Pesquisa em Educação**, v.15, n.4, p.1167-1184, 2020.

GUILHERMETTI, A. M. **A apropriação da epistemologia de Thomas Kuhn e Ludwik Fleck nas pesquisas científicas brasileiras: um panorama da área da saúde**. 2021. 93f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná,



Setor de Ciências Exatas, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática, 2021.

GUIMARÃES, V.A.L.; HAYASHI, M.C.P.I. O ethos científico e a ciência “pós-acadêmica” na visão de pesquisadores brasileiros. **Revista de História Iberoamericana**, v. 9, n.1, p. 28 - 66, 2016.

GUIMARÃES, J.A.C.G.; HAYASHI, M.C.P.I. Revistas predatórias: um inimigo a ser combatido na comunicação científica. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, v. 21, p. 1 – 19, 2023.

HARRÉ, R. Mereological principles and chemical affordances. In: SCERRI, Eric; McINTYRE, Lee (Org.) **Philosophy of Chemistry: growth of a new discipline**. Boston studies in the philosophy and history of Science. Dordrecht: Springer, 2015, p. 107 – 119.

HARWOOD, J. Ludwik Fleck and the Sociology of knowledge. **Social studies of science**, v. 16, p. 173-187, 1986.

HIRAYAMA, M. P.; PORTO, P. A. Elementos de História e Filosofia da Química Segundo Professores do Ensino Médio: relações química/sociedade. **ReSBEnQ - Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química**, v. 02, n. 1, 2021.

HODSON, D. Nature of Science in the Science Curriculum: Origin, Development, Implications and Shifting Emphases. In: MATTHEWS, Michael (Ed.). **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching**. Dordrecht: Springer, 2014, p. 911 – 970.

HODSON, D.; WONG, S.L. Going Beyond the Consensus View: Broadening and Enriching the Scope of NOS-Oriented Curricula. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 17, n.1, p. 3 – 17, 2017. DOI: 10.1080/14926156.2016.1271919.

HOFFMANN, R. What might philosophy of science look like if chemists built it? **Synthese**, v. 155, p. 321–336, 2007.

HOTTOIS, G. Some remarks on the origin, scope and evolution of the notion of technoscience. In: LLORED, Jean-Pierre (Org.). **The philosophy of chemistry: practices, methodologies and concepts**. Newcastle: Cambridge Scholars Publishing, 2013, p. 320 - 329.

INVERNIZZI, N. Los sistemas de evaluación como conformadores de agendas científicas. **Ciencia Tecnología y Política**, a. 5, n. 9, p. 2-10, 2022.

IZQUIERDO-AYMERICH, M. School Chemistry: An Historical and Philosophical Approach. **Science & Education**, n. 22, p. 1633–1653, 2013.

KAHLAU, C. A.; SCHNEIDER, A. H.; SOUZA-LIMA, J. E. Tecnologia Social como Alternativa ao Desenvolvimento: indagações sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade. **Tecnologia e Sociedade**, v. 15, n. 36, p. 190-213, 2019.

KLEIN, U. Berzelian formulas as paper tools in early nineteenth-century chemistry. **Foundations of chemistry**, v. 3, p. 7-32, 2001.



KLEIN, U. Technoscience avant la lettre. **Perspectives on Science**, v. 13, n. 2, p. 226-266, 2005.

KOVAC, J. Gifts and Commodities in Chemistry. **HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry**, v. 7, n. 2, p. 141-153, 2001.

KOVAC, J. Theoretical and practical reasoning in chemistry. **Foundations of Chemistry**, v. 4, p. 163-171, 2002.

KOVAC, J. **The ethical chemist: professionalism and ethics in science**. Second Edition. Oxford: Oxford University Press, 2018.

KROES, P.; MEIJERS, A. The dual nature of technical artefacts. **Studies in History and Philosophy of Science**, v. 27, p. 1- 4, 2006.

LABARCA, M.; BEJARANO, N.; EICHLER, M. L. Química e filosofia: rumo a uma frutífera colaboração. **Química Nova**, v. 36, n. 8, p. 1256-1266, 2013.

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

LAZLO, P. Chemistry, knowledge through action? **HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry**, v. 20, n.1, p. 93-116, 2014.

LAZLO, P. On the Self-Image of Chemists, 1950-2000. **HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry**, v. 12, n. 1, p. 99-130, 2006.

LEFÈVRE, Wolfgang. Viewing chemistry through its ways of classifying. **Foundations of Chemistry**, v. 14, p. 25-36, 2012.

LEMES, A.F.G. **Aspectos filosóficos e educacionais da química: investigando as concepções de doutorandos em química**. 2013.179f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Química, Instituto de Física, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

LEWOWICZ, L. A demarcation between good and bad constructivism: the case of chemical substances as artifactual materials. **doispontos**, v. 12, n. 1, p. 197-206, 2015.

LLORED, J. P. (Org.). **The philosophy of chemistry: practices, methodologies and concepts**. Newcastle: Cambridge Scholars Publishing, 2013.

LLORED, J. P. How philosophy of nature needs philosophy of chemistry. **Philosophica**, v. 47, p. 93-108, 2016.

LLORED, J.P.; SARRADE, S. Connecting the philosophy of chemistry, green chemistry, and moral philosophy. **Foundations of Chemistry**, v. 18, p. 125–152, 2016. <https://doi.org/10.1007/s10698-015-9242-z>.

LOMBARDI, M. R. et al. A entrevista semiestruturada. In: LOMBARDI, M. R.; ÁVILA, M. A.; DE PAULA, M. A. B. (Org.). **O prazer da entrevista em pesquisas qualitativas**. Curitiba: CRV, 2021, p. 35 – 56.

LORENZETTI, L.; MUENCHEN, C.; SLONGO, I. I. P. A crescente presença da epistemologia de Ludwik Fleck na pesquisa em educação em ciências no

Brasil. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 1, p. 373-404, 2018.

LÖWY, I. Fleck em seu tempo, Fleck em nosso tempo: Gênese e desenvolvimento de um pensamento. *In*: CONDÉ, M. L. L. (org.). **Ludwik Fleck: Estilos de Pensamento na ciência**. Belo Horizonte: Fino Traço, 2012, p. 11 – 33.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MAEYAMA, M. A. **A escolha da especialidade médica: Estilos de Pensamento**. 2015. 171f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências da Saúde. Florianópolis, 2015.

MAIA, C. A. Uma chave de leitura de Fleck para a pesquisa. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v.18, n.4, p.1174-1179, 2011.

MAIA, C. A. Mannheim, Fleck e a compreensão humana do mundo. *In*: CONDÉ, M. L. L. (org.). **Ludwik Fleck: Estilos de Pensamento na ciência**. Belo Horizonte: Fino Traço, 2012, p. 51 – 76.

MARICONDA, P. R. **Entre conhecimento e valores: alternativas à tecnociência atual**. São Paulo: Associação filosófica Scientiae Studia, 2023. 270 p.

MARTINS, A. F. P. A obra aberta de Ludwik Fleck. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 20, p. 1197-1226, 2020. doi:10.28976/19842686rbpec2020u11971226

MARTINS, A. F. P. Knowledge about Science in Science Education Research from the Perspective of Ludwik Fleck's Epistemology. **Research in Science Education**, v. 46, p. 511 – 524, 2016. DOI 10.1007/s11165-015-9469-7.

MINAYO, M.C.S. O desafio da pesquisa social. *In*: MINAYO, M.C.S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2009.

MOCELLIN, R.; ZATERKA, L. Materials and their Biographies: The Case of Titanium and its Dioxide. **Transversal: International Journal for the Historiography of Science**, v. 13, p. 1-18, 2022.

MÖßNER, Nicola. Thought styles and paradigms—a comparative study of Ludwik Fleck and Thomas S. Kuhn. **Studies in History and Philosophy of Science**, v.42, p. 362–371, 2011.

MORAES, Roque. Avalanches reconstrutivas: movimentos dialéticos e hermenêuticos de transformação no envolvimento com a análise textual discursiva. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v.8, n.19, p. 595-609, 2020.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.

NEVES, M. C. D. An Ideographic and Nomothetic Comprehension of the Nature of Science by Science Teachers. **Acta Scientiarum**, v. 21, n.1, p. 107-112, 1999.

- NOVAES, H. T.; DIAS, R. B. Construção do marco analítico-conceitual da Tecnologia Social. In: DAGNINO, R. (Org.). **Tecnologia social: ferramenta para construir outra sociedade**. Campinas: Komedi, 2010, p. 113-154.
- OLIVEIRA, B. J. Os circuitos de Fleck e a questão da popularização da ciência. In: CONDÉ, M.L.L. (Org.). **Ludwik Fleck: Estilos de Pensamento na ciência**. Belo Horizonte: Fino Traço, 2012, p. 121 – 144.
- OLIVEIRA, D. A. B.; GOMES, V. B. Uma crítica ao reducionismo filosófico da Química à Mecânica Quântica como elemento fundamental para a formação de professor. **Ciência & Educação**, v. 27, e21074, p. 1-14, 2021.
- OLIVEIRA, M. B. A avaliação neoliberal na universidade e a responsabilidade social dos pesquisadores. **Scientiae Studia**, v. 6, n. 3, p. 379-87, 2008a.
- OLIVEIRA, M. B. Neutralidade da ciência, desencantamento do mundo e controle da natureza. **Scientiae Studia**, v. 6, n. 1, p. 97-116, 2008b.
- OLIVEIRA, M. B. Formas de autonomia da ciência. **Scientiae Studia**, v. 9, n. 3, p. 527-61, 2011.
- OLIVEIRA, M. B. **A mercantilização da ciência: funções, disfunções e alternativas**. São Paulo: Scientiae Studia, 2023.
- OLIVEIRA, R. V.; AIRES, J. A. Mitos na Organização dos Elementos Químicos: uma análise das Controvérsias Científicas na História da Tabela Periódica à luz do referencial Fleckiano. **Khronos: Revista de História da Ciência**, v. 15, p. 1-29, 2023.
- ORLANDI, Eni P. **Análise de discurso: princípios e procedimentos**. Campinas, SP: Pontes, 1999.
- PÉCAUD, D. Agricultural chemistry, agriculture and what will happen to the world: considering Swift, Comte, Berthelot and some others. In: LLORED, J. P. (Org.). **The philosophy of chemistry: practices, methodologies and concepts**. Newcastle: Cambridge Scholars Publishing, 2013, p. 300 - 318.
- PLESCH, P. H. On the distinctness of Chemistry. **Foundations of Chemistry**, v. 1, p. 7–16, 1999.
- QUARESMA, S. J. L. **A percepção do médico clínico em relação aos pacientes hipocondríacos e políquelosos que são atendidos no ambulatório do Hospital Universitário Professor Polydoro Ernani de São Thiago**. 2005. 284f. Dissertação (Mestrado em Sociologia Política) – Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Florianópolis, 2005.
- REINHARDT, C. Disciplines, Research Fields, and their Boundaries. In: REINHARDT, C. (Ed.). **Chemical Sciences in the 20th century: bridging boundaries**. Weinheim: WILEY-VCH, 2001, p. 1 - 13.
- RESTREPO, G. Chemical space: limits, evolution and modelling of an object bigger than our universal library. **Digital Discovery**, v. 1, n. 5, p. 568 – 585, 2022.

- RESTREPO, G.; JOST, J. A formal setting for the evolution of chemical knowledge. **Max-Planck-Institut fur Mathematik in den Naturwissenschaften Leipzig**, preprint, n. 7, p. 1-39, 2020.
- RIBEIRO, M. A. P. A emergência da Filosofia da Química como campo disciplinar. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 2, p. 215-236, 2016.
- RIBEIRO, M. A. P.; PEREIRA, D. C.; BARRETO, Simone. A práxis química como fundamento didático para a química: uma proposta. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas do VIII ENPEC**, Campinas: ABRAPEC, 2011.
- ROZENTALSKI, Evandro F. **Indo além da Natureza da Ciência**: o filosofar sobre a Química por meio da ética Química. 2018. 432f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências. São Paulo, 2018.
- SANTOS, T. **Revolução científico-técnica e capitalismo contemporâneo**. Petrópolis: Vozes, 1983.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em educação em ciências**, v. 2, n. 2, p.1-23, 2002.
- SCERRI, Eric; McINTYRE, Lee (Org.) **Philosophy of Chemistry**: growth of a new discipline. Boston studies in the philosophy and history of Science. Dordrecht: Springer, 2015.
- SCHÄFER, L; SCHNELLE, T. Fundamentação da perspectiva sociológica de Ludwik Fleck na teoria da ciência. In: FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010, p. 1 - 36.
- SCHNETZLER, R. P.; SOUZA, T. A. O desenvolvimento da pesquisa em educação e o seu reconhecimento no campo científico da química. **Educação Química em Punto de Vista**, v. 2, n. 1, p. 1-19, 2018.
- SCHUMMER, J. Challenging Standard Distinctions between Science and Technology: The Case of Preparative Chemistry. **HYLE – An International Journal for the Philosophy of Chemistry**, v. 3, p. 81-94, 1997a.
- SCHUMMER, J. Coping with the Growth of Chemical Knowledge – Challenges for Chemistry Documentation, Education, and Working Chemists. **Educación Química**, v. 10, p. 92-101, 1999.
- SCHUMMER, J. Ethics of Chemical Synthesis. **Hyle: International Journal for Philosophy of Chemistry**, v. 7, p. 103-124, 2001.
- SCHUMMER, J. Knowing-through-Making in Chemistry and Biology: A Study of Comparative Epistemology. **HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry**, v. 27, p. 117-142, 2021.
- SCHUMMER, J. The chemical core of chemistry I: a conceptual approach. **Hyle – International journal for philosophy of chemistry**, v.4, p. 129-162, 1998.

- SCHUMMER, J. The notion of nature in chemistry. **Studies in History and Philosophy of Science**, v. 34, p. 705–736, 2003.
- SCHUMMER, J. The philosophy of chemistry. In: ALLHOFF, F. (ed.), **Philosophies of the Sciences**. Blackwell: Wiley, 2010, p. 163-183.
- SCHUMMER, J. Why Chemists Need Philosophy, History, and Ethics – Editorial. **Substantia. An International Journal of the History of Chemistry**, v. 2, n. 1, p. 5-6, 2018.
- SCHUMMER, J. Why Do Chemists Perform Experiments? In: DANUTA SOBCZYŃSKA, D.; ZEIDLER, P.; ZIELONACKA-LIS, E. (Eds.). **Chemistry in the Philosophical Meldting Pot**. Frankfurt am Main, Peter Lang, 2004, p. 395-410.
- SILVA, L. B. et al. A Filosofia da Ciência e a Filosofia da Química: uma perspectiva contemporânea. **Revista Ideação**, edição especial, p. 392-423, 2018.
- SJÖSTRÖM, J. Beyond Classical Chemistry: Subfields and Metafields of the Molecular Sciences. **Chemistry international**, v. 28, p. 9 – 15, 2006.
- SJÖSTRÖM, J. Eco-Driven Chemical Research in the Boundary Between Academia and Industry: PhD Students' Views on Science and Society. **Science & Education**, v. 22, p. 2427–2441, 2013a. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9490-4>.
- SJÖSTRÖM, J. The Discourse of Chemistry (and Beyond). **HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry**, v. 13, n. 2, p. 83-97, 2007.
- SJÖSTRÖM, J. Towards Bildung-Oriented Chemistry Education. **Science & Education**, v. 22, p. 1873–1890, 2013b.
- SOUZA, I.L.N. **A construção coletiva da ligação covalente por Linus Pauling, Gilbert N. Lewis, Irving Langmuir: um estudo sobre a emergência de um fato científico**. 2020. 116f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática, 2020.
- TALANQUER, Vicente. School chemistry: the need for transgression. **Science & Education**, v. 22, p. 1757-1773, 2013.
- THALOS, Mariam. The lens of chemistry. **Science & Education**, v. 22, p. 1707–1721, 2013.
- TONTINI, A. Developmental Aspects of Contemporary Chemistry: Some Philosophical Reflections. **HYLE – An International Journal for the Philosophy of Chemistry**, v. 5, p. 57-76, 1999.
- TONTINI, A. On the Limits of Chemical Knowledge. **HYLE--International Journal for Philosophy of Chemistry**, v. 10, n.1, p. 23-46, 2004.
- TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VAN BRAKEL, J. Philosophy of Science and Philosophy of Chemistry. **HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry**, v. 20, p. 11-57, 2014.

VERMAAS, Pieter et al. **A philosophy of technology**: from technical artefacts to sociotechnical systems. Eindhoven: Morgan & Claypool: Eindhoven University of Technology, 2011.

VESTERINEN, V.M. Nature of science and chemistry education. **LUMAT-B: International Journal on Math, Science and Technology Education**, v. 1, n. 3, 2016.

VESTERINEN, V. M.; AKSELA, M. A Novel Course of Chemistry as a Scientific Discipline: How Do Prospective Teachers Perceive Nature of Chemistry through Visits to Research Groups? **Chemical Education Research and Practice**, v. 10, p. 132–141, 2009.

WEINBERG, G.; JORGE, M. J.; JORGE, M. F. Produção de conhecimento e busca de aplicações: a experiência da universidade com a indústria química. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v.16, n.3, p.747-761, 2009.

WU, J. Y.; ERDURAN, S. Investigating scientists' views about the utility of the family resemblance approach to nature of science in science education. **Science & Education**, 2022. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00313-z>.

ZACCARON, R.; D'ELY, R.; XHAF AJ, D. Estudo piloto: um processo importante de adaptação e refinamento para uma pesquisa quase experimental em aquisição de I2. **Revista do GELNE**, v. 20, n. 1, 2018.

ZATERKA, L.; MOCELLIN, R. Chemistry, Society and Uncertainty. **Principia**, v. 23, n. 2, p. 241-265, 2021. doi: 10.5007/1808-1711.2021.e82288.

ZITTEL, C. Ludwik Fleck and the concept of style in the natural sciences. **Studies in East European Thought**, v. 64, n. 1/2, p. 53 – 79, 2012.



## **APÊNDICE 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**

Eu, Flavio Tajima Barbosa, doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), sob orientação da Profa. Dra. Joanez A. Aires, gostaria de consultá-lo sobre sua disponibilidade de participar da investigação que desenvolvo intitulada: “ESTILOS DE PENSAMENTO QUÍMICO: um retrato a partir de um Programa de Pós-Graduação”, a qual tem como objetivo identificar quais Estilos de Pensamento podem ser caracterizados a partir dos problemas de pesquisa investigados por pesquisadores de um Programa de Pós-Graduação em Química, utilizando a epistemologia de Ludwik Fleck. Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa CEP/SD N° 058105/2021, CAAE: 47544721.8.0000.0102.

Em linhas gerais, a noção de Estilo de Pensamento, cunhada pelo epistemólogo polonês Ludwik Fleck (1896-1961), refere-se a uma percepção mental direcionada, caracterizada por problemas e questões de pesquisa que os membros pertencentes a um Coletivo de Pensamento consideram evidentes, e por métodos que são aplicados como meio de cognição para a resolução dos problemas. Ou seja, um Estilo de Pensamento é marcado por problemas e métodos de pesquisa característicos que interessam a um Coletivo de Pensamento. Desse modo, os problemas de pesquisa que os diferentes Coletivos de Pensamento escolhem resolver são determinados pelo Estilo de Pensamento ao qual pertencem. E, devido ao clima coletivo que se estabelece entre os membros do grupo, os laços entre os integrantes são fortalecidos, inclinando-os a agir e perceber de determinada maneira.

A partir dessa noção, a de Estilos de Pensamento, o que buscamos é identificar Estilos de Pensamento Químico, tendo como objeto de investigação um Programa de Pós-Graduação em Química. Consideramos que, compreender e identificar questões essenciais que o conhecimento químico produzido neste lócus procura responder, pode contribuir para refletirmos sobre novas formas de pensar a Educação em Química. Portanto, as contribuições esperadas com esta pesquisa se referem às reflexões proporcionadas sobre os contextos de produção e aplicação do conhecimento químico, e como estes contextos podem ou devem possibilitar reflexões no campo de conhecimento da Educação em Química. Assim, os Estilos de Pensamento Químico que pretendemos identificar neste trabalho podem subsidiar novas pesquisas em Ensino de Química, trazendo novas perspectivas, sentidos e percepções sobre a Química e seu ensino.

O critério de seleção utilizado para os participantes desta pesquisa levou em consideração a epistemologia de Fleck, na qual assumimos que os professores-pesquisadores-orientadores com maior número de orientações de doutorado concluídas e que estejam atualmente orientando ao menos um doutorando, são portadores dos Estilos de Pensamento Químico que buscamos identificar e que, portanto, fornecem elementos para respondermos o nosso problema de

pesquisa. Além disso, procurando ampliar nossa visão sobre os Estilos de Pensamento Químico, entrevistaremos também doutorandos desse Programa, indicados pelos professores-pesquisadores-orientadores entrevistados.

a) O objetivo desta pesquisa é identificar Estilos de Pensamento Químico, buscando apresentar aspectos específicos desta ciência como forma particular de produção de conhecimento, situando-a em um território específico, com problemas epistemológicos, metodológicos e axiológicos que lhe são próprios.

b) Caso concorde em participar desta pesquisa, será necessário que o(a) senhor(a) participe de um encontro presencial ou via plataforma online em ambiente virtual com o pesquisador, para uma entrevista semiestruturada, visando a compreensão sobre como o(a) senhor(a) concebe o conhecimento químico em suas pesquisas.

c) Para tanto, o(a) senhor(a) deverá comparecer ao encontro em data, horário e local determinado ou em ambiente virtual para a realização da entrevista, cujo *link* será disponibilizado pelo pesquisador, o que levará aproximadamente uma hora.

d) Sobre possíveis riscos relacionados ao estudo, estes estão relacionados apenas a eventuais desconfortos, relacionados a responder as perguntas. Sobre isso, informamos que as entrevistas serão transcritas, para posterior análise dos dados. Todavia, antes de tal análise, o texto transcrito será devolvido para que o entrevistado possa ter acesso às suas respostas.

e) Os benefícios esperados com essa pesquisa se referem às reflexões proporcionadas sobre os contextos de produção e aplicação do conhecimento químico, o que possibilitará a identificação de uma epistemologia química, por meio dos Estilos de Pensamento Químico. As contribuições para a sociedade estão relacionadas a futuras pesquisas, a partir deste trabalho, para o campo de conhecimento da educação em química.

f) A pesquisadora Joanez Aparecida Aires, responsável pela orientação deste estudo, poderá ser localizada pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática, no endereço Centro Politécnico, Ed. Da Administração 4º Andar – Jardim das Américas, no telefone [REDACTED], de segunda-feira a sexta-feira das 09:00 h às 17:00 h e, também, via email: [REDACTED]. Assim como o doutorando Flavio Tajima Barbosa, poderá ser localizado no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática, no endereço Centro Politécnico, Ed. Da Administração 4º Andar – Jardim das Américas, no telefone celular [REDACTED], de segunda-feira a sexta-feira das 09:00 h às 17:00 h, ou via email: [REDACTED], para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.

g) A sua participação neste estudo é voluntária e se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado. O



seu atendimento está garantido e não será interrompido caso você desista de participar.

h) O material obtido – entrevistas, gravações de imagens e vídeos – será utilizado unicamente para essa pesquisa e será descartado ao término do estudo, dentro de cinco anos.

i) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas somente por pessoas autorizadas, sendo Joanez Aparecida Aires e Flavio Tajima Barbosa, sob forma codificada, para que a sua identidade seja preservada e mantida a confidencialidade.

j) O(a) senhor(a) terá a garantia de que quando os dados/resultados obtidos com este estudo forem publicados, não aparecerá seu nome.

k) As despesas necessárias para a realização da pesquisa não são de sua responsabilidade e você não receberá qualquer valor em dinheiro pela sua participação. Entretanto, caso seja necessário seu deslocamento até o local do estudo os pesquisadores asseguram o ressarcimento dos seus gastos com transporte (Item II.21, e item IV.3, sub-item g, Resol. 466/2012).

l) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

m) Se houver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, o(a) senhor(a) pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo e-mail [cometica.saude@ufpr.br](mailto:cometica.saude@ufpr.br) e/ou telefone 41 -3360-7259, das 08:30h às 11:00h e das 14:00h às 16:00h. O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão colegiado multi e transdisciplinar, independente, que existe nas instituições que realizam pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil e foi criado com o objetivo de proteger os participantes de pesquisa, em sua integridade e dignidade, e assegurar que as pesquisas sejam desenvolvidas dentro de padrões éticos (Resolução nº 466/12 Conselho Nacional de Saúde).

Eu, \_\_\_\_\_  
li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e o objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem qualquer prejuízo para mim e sem que esta decisão afete meu atendimento. Fui informado também que não receberei qualquer custo financeiro para participar da pesquisa.

Eu concordo, voluntariamente, em participar deste estudo.

Curitiba, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

---

Assinatura do Participante de Pesquisa

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

---

Flavio Tajima Barbosa – Aplicador do TCLE

## APÊNDICE 2 - ROTEIRO DA ENTREVISTA COM PROFESSORES-PESQUISADORES-ORIENTADORES

### BLOCO 1: Problemas de pesquisa em química

- O que se espera da atuação dos egressos, doutores em química, do Programa em relação à sociedade?
- Quais as principais motivações para a determinação dos problemas de pesquisa que você e seu grupo procuram responder? (relevância social, econômica, ambiental...ou outras)
- Quais fatores/condições você considera que interferem na decisão por uma pesquisa ou condução dela?
- Como você considera que surge, e também como se extingue, uma linha de pesquisa?
- Nos trabalhos que você conduz atualmente, você tem como foco o desenvolvimento de pesquisas básicas ou pesquisas aplicadas? Por quê?
- Quando você percebe que está produzindo conhecimento novo?
- Qual a pesquisa mais marcante que você já realizou? O que a tornou especial?
- Você considera que há influência do contexto social, político, econômico no desenvolvimento de suas pesquisas? Se sim, por que?
- Sabemos que a academia muitas vezes é regida por métricas vinculadas a publicações em jornais e revistas. Como esse processo influencia/impacta o desenvolvimento das pesquisas?
- Como você pensa que suas pesquisas podem contribuir com a sociedade?
- Como você pensa que deveria se dar a relação da química com a indústria?
- Você pensa que há algo em específico, uma identidade, nas pesquisas conduzidas no Programa que as diferencia das pesquisas realizadas em outros locais/universidades/países?

### BLOCO 2: Epistemologia química

- Em que a Ciência se distingue de outras formas de conhecimento/saber, considerados não científicos?
- Qual ou quais as peculiaridades do conhecimento químico em relação às outras ciências, tal como a Física, Biologia ou mesmo as engenharias?
- Levando-se em consideração que a Química é classificada como uma das Ciências Naturais, o que seria, para você, este estudo da natureza?
- Sobre a seguinte afirmação: “Cerca de 95% de todos os objetos químicos produzidos pelos químicos são artificiais, ou seja, não existem correlatos

na natureza”. Qual seria, para você, o papel do químico nesta ‘constituição’ do mundo?

- Você pensa que as entidades teóricas definidas pela química têm existência real ou são formas de representação?
  - Qual o papel dos instrumentos no desenvolvimento de uma pesquisa? Como eles determinam/delimitam o que pode ser conhecido?
  - Você pensa que existem limites para aquilo que o químico pode conhecer?
- 
- Você gostaria de fazer mais alguma observação?

## APÊNDICE 3 - ROTEIRO DA ENTREVISTA COM DOUTORANDOS

### BLOCO 1: Problemas de pesquisa em química

- Qual a motivação para a realização do doutorado?
- Nos trabalhos que você conduz atualmente, você tem como foco o desenvolvimento de pesquisas básicas ou pesquisas aplicadas? Por quê?
- Qual a motivação para a escolha da linha de pesquisa e problema de investigação?
- Quais fatores/condições você considera que interferem na decisão por uma pesquisa ou condução dela?
- Quando você percebe que está produzindo conhecimento novo?
- Qual a pesquisa mais marcante que você já realizou? O que a tornou especial?
- Como você pensa que suas pesquisas podem contribuir com a sociedade?
- Você considera que há influência do contexto social, político, econômico no desenvolvimento de suas pesquisas? Se sim, por que?
- Quais são as maiores dificuldades que você encontra na condução de sua pesquisa?
- Sabemos que a academia muitas vezes é regida por métricas vinculadas a publicações em jornais e revistas. Como esse processo influencia/impacta o desenvolvimento das pesquisas?
- Como você pensa que deveria se dar a relação da química com a indústria?
- Você acha que os objetos químicos produzidos pelas pesquisas mudam comportamentos, ações e percepções dos indivíduos?
- Você pensa que há algo em específico, uma identidade, nas pesquisas conduzidas no Programa que as diferencia das pesquisas realizadas em outros locais/universidades/países?

### BLOCO 2: Epistemologia química

- Em que a Ciência se distingue de outras formas de conhecimento/saber, considerados não científicos?
- Qual ou quais as peculiaridades/especificidade do conhecimento químico em relação às outras ciências, tal como a Física, Biologia ou mesmo as engenharias?
- Levando-se em consideração que a Química é classificada como uma das Ciências Naturais, o que seria, para você, este estudo da natureza?
- Sobre a seguinte afirmação: “Cerca de 95% de todos os objetos químicos produzidos pelos químicos são artificiais, ou seja, não existem correlatos

na natureza”. Qual seria, para você, o papel do químico nesta ‘constituição’ do mundo?

- Você pensa que as entidades teóricas definidas pela química têm existência real ou são formas de representação?
  - Qual o papel dos instrumentos no desenvolvimento de uma pesquisa? Como eles determinam/delimitam o que pode ser conhecido?
  - Você pensa que existem limites para aquilo que o químico pode conhecer?
- 
- Você gostaria de fazer mais alguma observação?

## APÊNDICE 4 - ROTEIRO DA ENTREVISTA COM DOUTORES EGRESSOS

### BLOCO 1: Problemas de pesquisa em química

- Qual a sua principal motivação ao decidir seguir a carreira de pesquisador(a) em Química?
- Nos trabalhos que você conduz atualmente, você tem como foco o desenvolvimento de pesquisas básicas ou pesquisas aplicadas? Por quê?
- Qual a relação entre as pesquisas que você conduz atualmente e aquelas que você realizou durante o seu doutorado?
- Qual a motivação para a escolha da linha de pesquisa e problema de investigação?
- Quais fatores/condições você considera que interferem na decisão por uma pesquisa ou condução dela?
- Quando você percebe que está produzindo conhecimento novo?
- Qual a pesquisa mais marcante que você já realizou? O que a tornou especial?
- Como você pensa que suas pesquisas podem contribuir com a sociedade?
- Você considera que há influência do contexto social, político, econômico no desenvolvimento de suas pesquisas? Se sim, por que?
- Quais são as maiores dificuldades que você encontra na condução de sua pesquisa?
- Sabemos que a academia muitas vezes é regida por métricas vinculadas a publicações em jornais e revistas. Como esse processo influencia/impacta o desenvolvimento das pesquisas?
- Como você pensa que deveria se dar a relação da química com a indústria?
- Você pensa que há algo em específico, uma identidade, nas pesquisas conduzidas no Programa que as diferencia das pesquisas realizadas em outros locais/universidades/países?

### BLOCO 2: Epistemologia química

- Em que a Ciência se distingue de outras formas de conhecimento/saber, considerados não científicos?
- Qual ou quais as peculiaridades/especificidade do conhecimento químico em relação às outras ciências, tal como a Física, Biologia ou mesmo as engenharias?
- Levando-se em consideração que a Química é classificada como uma das Ciências Naturais, o que seria, para você, este estudo da natureza?
- Qual é, para você, a importância da realização de experimentos em Química para o entendimento dos fenômenos? Ou seja, qual a



importância dos experimentos para a produção de conhecimento químico?

- Sobre a seguinte afirmação: “Cerca de 95% de todos os objetos químicos produzidos pelos químicos são artificiais, ou seja, não existem correlatos na natureza”. Qual seria, para você, o papel do químico nesta ‘constituição’ do mundo?
  - Você pensa que as entidades teóricas definidas pela química têm existência real ou são formas de representação?
  - Qual o papel dos instrumentos no desenvolvimento de uma pesquisa? Como eles determinam/delimitam o que pode ser conhecido?
  - Você pensa que existem limites para aquilo que o químico pode conhecer?
- 
- Você gostaria de fazer mais alguma observação?

## APÊNDICE 5 - UNIDADES DE CONTEXTO E DE SIGNIFICADO

[Link de acesso ao APÊNDICE 5](#)

## APÊNDICE 6 – NORMAS UTILIZADAS PARA TRANSCRIÇÃO DAS ENTREVISTAS GRAVADAS

### Normas para transcrição de entrevistas gravadas

Ocorrências	Sinais	Exemplificação
Incompreensão de palavras ou segmentos	( )	Do níves de rensa ( ) nível de renda nominal
Hipótese do que se ouviu	(hipótese)	(estou) meio preocupado (com o gravador)
Truncamento (havendo homografia, usa-se acento indicativo da tônica e/ou timbre)	/	E comé/e reinicia
Entonação enfática	Maiúscula	Porque as pessoas reTEM moeda
Prolongamento de vogal e consoante (como s, r)	:: podendo aumentar para :::: ou mais	Ao emprestarmos éh::: ... dinheiro
Silabação	-	Por motivo tran-sa-ção
Interrogação	?	E o Banco... Central... certo?
Qualquer pausa	...	São três motivos... ou três razões ... que fazem com que se retenha moeda ... existe uma ... retenção
Comentários descritivos do transcritor	((minúscula))	((tossiu))
Comentários que quebram a sequência temática da exposição: desvio temático	-- --	... a demanda de moeda -- vamos dar casa essa notação -- demanda de moeda por motivo ...
Superposição, simultaneidade de vozes	Ligando as linhas	a. na casa de sua irmã b. [sexta-feira? a. fazem LÁ b. [cozinham lá
Indicação de que a fala foi tomada ou interrompida em determinado ponto. Não no seu início, por exemplo.	(...)	(...) nós vimos que existem...
Citações literais de textos, durante a gravação	“entre aspas”	Pedro Lima ... ah escreve na ocasião.. “ O cinema falado em língua estrangeira não precisa de nenhuma baRREira entre nós”...

1. Iniciais maiúsculas : só para nomes próprios ou para siglas (USP etc)
2. Fáticos: ah, éh, ahn, ehn, uhn, tá (não por *está*: tá? Você *está* brava?)
3. Nomes de obras ou nomes comuns estrangeiros são grifados.
4. Números por extenso.
5. Não se indica o ponto de exclamação (frase exclamativa)
6. Não se anota o *cadenciamento da frase*.
7. Podem-se combinar sinais. Por exemplo: oh:::... (alongamento e pausa)
8. Não se utilizam sinais de pausa, típicas da língua escrita, como ponto e vírgula, ponto final, dois pontos, vírgula. As reticências marcam qualquer tipo de pausa.

Exemplos retirados dos inquéritos NURC/SP no. 338 EF e 331 D2.

PRETI D. (org) O discurso oral culto 2ª. ed. São Paulo: Humanitas Publicações – FFLCH/USP, 1999 – (Projetos Paralelos. V.2) 224p.