

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
Campus Universitário de Jequié/Bahia
Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Formação de
Professores



PPG.ECFP

Programa de Pós-Graduação em
Educação Científica e Formação de Professores



**FISICALISMO REDUTIVO NO SISTEMA PEDAGÓGICO DA
QUÍMICA**

DIOGO RICARDO GASPAR PIRES

2023

DIOGO RICARDO GASPAR PIRES

**FISICALISMO REDUTIVO NO SISTEMA PEDAGÓGICO DA
QUÍMICA**

Dissertação/Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia para obtenção do título Mestre em Educação Científica e Formação de Professores

Orientador: Dr. Marcos Antônio Pinto Ribeiro

Coorientador: Dr. Martín Labarca

Jequié/BA - 2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
Programa de Pós-Graduação Educação Científica e Formação de Professores

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

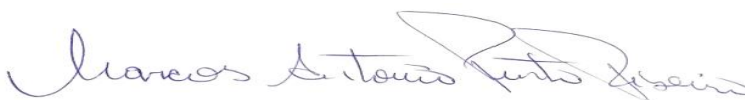
FISICALISMO REDUTIVO NO SISTEMA PEDAGÓGICO DA QUÍMICA

Autor: Diogo Ricardo Gaspar Pires
Orientador: Dr. Marcos Antônio Pinto Ribeiro
Coorientador: Dr. Martín Labarca

Este exemplar corresponde à redação final da Dissertação defendida por **Diogo Ricardo Gaspar Pires** e aprovada pela Comissão Julgadora.

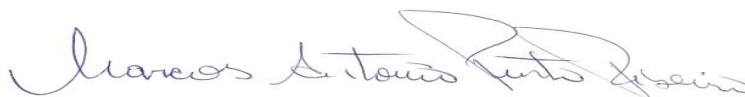
Data: 02.03.2023

Assinatura:



Prof Dr. Marcos Antônio Pinto Ribeiro

Comissão Julgadora:



Prof. Dr. Marcos Antônio Pinto Ribeiro



Prof. Dr. Martín Labarca



Prof. Dr. Bruno Ferreira dos Santos



Prof. Dr. Yefrin Ariza

P667f Pires, Diogo Ricardo Gaspar.
Fiscalismo redutivo no sistema pedagógico da química / Diogo Ricardo
Gaspar Pires.- Jequié, 2023.
122f.

(Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB, sob orientação do Prof. Dr. Marcos Antônio Pinto Ribeiro e coorientação do Prof. Dr. Martín Labarca)

1.Filosofia da Química 2.Fiscalismo Redutivo 3.Educação Química
I.Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia II.Título

CDD – 540

Agradecimentos

Até aqui foram tantos passos, tantos afetos, tantos sorrisos, tantas palavras, tantas pessoas. Diante disso, agradeço Àquele que é digno de todo o meu agradecimento, primeiramente, a Deus, pelo dom da vida e por sua infinita bondade para comigo, afinal nada disso seria possível sem a esperança e fé que foram sustentadas pela experiência com o meu Amado.

À minha família, que são a base, cuja qual eu tenho as minhas raízes sustentadas e que são para mim de um valor imensurável.

Aos meus pais José e Maria Aparecida, pelo exemplo e pelo apoio durante toda a minha trajetória acadêmica. Aos meus irmãos Páblo e Natan, pela amizade, apoio e respeito pelo caminho diferente do deles, que eu escolhi trilhar. À minha tia, Maria Milza pela alegria e apoio manifestado durante esse tempo de pesquisa. Às minhas primas Isley e Gaby, pelo cuidado para comigo e atenção nos momentos de dificuldade na escrita.

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Formação de Professores (PPGECFP/UESB), pela oportunidade de materializar este sincero desejo de pesquisar na área de Educação em Ciências. Na oportunidade agradeço a cada professor que contribuiu com a pesquisa durante as APPs e pelas ricas formações durante as disciplinas ministradas.

À secretaria do programa, nas pessoas de Grazi e Leinard que sempre foram muito atenciosas e prestativas às minhas solicitações.

Agradeço ao meu orientador, Marcos Antônio Pinto Ribeiro, pela valiosa parceria e confiança, também pelo suporte, atenção e paciência nas correções. E especialmente pela forma como despertou em mim o amor pela Filosofia da Química e a importância de se refletir sobre as bases do Ensino de Química por outra perspectiva.

Sou grato ao professor Martin Labarca, pelas sugestões de leitura e acompanhamento da pesquisa.

Agradeço ao professor Yefrin Ariza e ao professor Sergio Luiz Bragatto Boss pela participação na banca de qualificação e pelo cuidado que tiveram com o texto.

Ressalto também a importância e a satisfação de ter o professor Bruno Ferreira na composição da banca de defesa.

Aos colegas do grupo de pesquisa, Cris, Cida, Láyna, Jaime, Thailana, Karine e Nila, com vocês eu pude crescer e visualizar um campo fértil para a continuação do trabalho. Obrigado pelas contribuições ao longo do percurso e pelas parcerias.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) e a todos os professores e professoras do PPG.ECFP que foram excelentes instrutores e tornaram a passagem pelo mestrado uma sólida experiência de imersão na pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento da bolsa de pesquisa que foi tão importante durante a investigação.

De forma muito particular, agradeço aos colegas da turma de 2019 (Alaércio, Ana, Crislane, Daniela, Dimas, Míriam, Márcia, João, Gorete, Marlúcia, Wagner, Fernando, Ívina, Josuelto, Tainá, Natália) com vocês eu vivi momentos de muito aprendizado, afeto, cumplicidade, amizade e celebração. A convivência com vocês deu ainda mais sentido a minha passagem por Jequié e pelo mestrado, cada um de vocês ocupa um espaço especial em meu coração.

Agradeço às minhas amigas de infância Anastácia, Lorrane e Catiele pelo apoio e pelas palavras de incentivo de sempre.

À Jéssica Silvina, minha amiga e irmã, que conviveu comigo durante boa parte do processo e que foi o meu porto seguro.

Ao meu amigo Ícaro, por sempre me lembrar da importância de estar inserido em lugares como a pós-graduação.

Aos meus amigos Jarbas, Luan Gabriel e Felipe, pelo incentivo e pela presença sempre materializada por mensagens de motivação.

À Jacilene, minha amiga e irmã, que sempre me incentivou a continuar os estudos, que segurou a minha mão desde o processo seletivo até os momentos finais.

João Paulo, meu colega, amigo e parceiro durante toda a trajetória de mestrado, agradeço o carinho, incentivo e contribuição durante a minha formação.

Gustavo Barbosa, pela amizade e pelo cuidado com a parte gramatical e ortográfica do texto.

Não poderia deixar de dedicar um parágrafo à Sara e Roberta, que foram para mim durante a graduação, grandes amigas e que me ajudaram a enxergar o meu lugar na educação em ciências. A vocês o meu muito obrigado, afinal muitas discussões enriqueceram a minha formação a partir das nossas conversas informais sobre a educação.

Apesar do pouco tempo trabalhando nas redes municipais e estaduais, é imprescindível não trazer um agradecimento aos meus colegas de trabalho da Escola Honorato Gaspar de Souza (Lapão) e do Colégio Estadual Professor Jorge Rodrigues dos Santos (antigo Colégio Modelo - Luís Eduardo Magalhães - Irecê). O apoio de vocês foi sem dúvida muito importante nesse processo.

Ao escrever esses agradecimentos percebi o quanto somos dependentes do sistema, das pessoas, de uma boa estrutura familiar e de um ambiente acadêmico organizado. A experiência da “dependência” nos torna mais humanos ao passo que nos leva a reconhecer que tudo faz parte de um processo. A pesquisa aqui apresentada compõe os resultados de um estudo que foi realizado por um ser humano passível de erros, mas com uma enorme vontade de acertar.

Houve dias que os meus olhos brilharam e eu não queria fechar o computador para descansar, me empolgava com a literatura e com tantas possibilidades de organização dos dados, em outros dias, enxergava um trabalho semelhante a um espelho embaçado, textos complexos, barreiras linguísticas e um pouco de solidão.

Diante disso, cabe aqui uma pergunta que responderei em seguida “pensou em desistir, Diogo?”, a resposta é objetiva. Não pensei em desistir, assumindo nos dias difíceis as fragilidades próprias do contexto ao qual a pesquisa foi desenvolvida, uma pandemia. Busquei nos amigos, colegas e no meu orientador um consolo afetivo e acadêmico, e não me foi negado nada durante o processo, fui compreendido, abraçado e incentivado a continuar.

Ao Autor da vida, mais uma vez, meu muito obrigado. Que este trabalho venha a contribuir com aspectos importantes no histórico de publicações da área de Ensino de Química.

"Ninguém que é curioso é idiota. As pessoas que não fazem perguntas permanecem ignorantes para o resto de suas vidas."

(Neil de Grasse Tyson)

RESUMO

Esta dissertação busca, a partir da História, Filosofia, Sociologia e Didática das Ciências, compreender as influências do fisicalismo redutivo no contexto da Educação Química. Esta análise sugere uma modelagem dos princípios que norteiam a discussão do fisicalismo redutivo, primeiramente a partir de aspectos mais gerais e, em seguida, um estudo mais aprofundado, que é tangenciado pela Filosofia da Química e por questões que concernem à Educação Química. Buscamos uma definição para a ideia de ideologia atrelado ao conceito de fisicalismo redutivo e sua forma de atuar no currículo e por sua vez no ensino de Química. Este trabalho é de cunho bibliográfico e classifica-se também como um estudo teórico, que incide sobre levantamentos e confronto de argumentos presentes na literatura de base. Analisamos o problema da Unidade da Ciência e identificamos que o fisicalismo redutivo é uma estrutura teórica importante dentro da Filosofia da Ciência do século XX. Embora este problema esteja superado no âmbito da Filosofia da Ciência, constitui-se em um problema importante da agenda da Filosofia da Química. Em seguida investigamos as origens históricas e os problemas filosóficos na agenda da Filosofia da Química. A partir do que foi analisado, enfatizamos a necessidade de que estudos dessa natureza possam se expandir, a fim de se somar ao estado da arte da temática e dar subsídios para se pensar a relação Filosofia e Ensino, considerando a perspectiva da Educação Química.

Palavras-chave: Filosofia da Química. Fisicalismo Redutivo. Educação Química.

ABSTRACT

This dissertation seeks, from History, Philosophy, Sociology and Didactics of Science, to understand the influences of reductive physicalism in the context of Chemistry Education. This analysis suggests a modeling of the principles that guide the discussion of reductive physicalism, first from more general aspects and, then, a more in-depth study, which is touched by the philosophy of chemistry and by questions that concern chemistry education. We seek a definition for the idea of ideology linked to the concept of reductive physicalism and its way of acting in the curriculum and in turn in the teaching of chemistry. This work is bibliographic in nature and is also classified as a theoretical study, which focuses on surveys and confrontation of arguments present in the basic literature. We analyze the Unity of Science problem and identify that reductive physicalism is an important theoretical framework within the 20th century philosophy of science. Although this problem has been overcome within the scope of the philosophy of science, it constitutes an important problem on the philosophy of chemistry agenda. We then investigate the historical origins and philosophical problems on the agenda of the philosophy of chemistry. From what was analyzed, we emphasize the need for studies of this nature to expand, in order to add to the state of the art of the subject and provide subsidies to think about the relationship between philosophy and teaching, considering the perspective of chemistry education.

Keywords: Philosophy of Chemistry; Reductive Physicalism; Chemical Education.

Lista de Ilustrações

Figura 1 – Etapas da pesquisa.....	20
Figura 2 – Lei dos três estados.....	28
Figura 3 – Classificação da ciência segundo Comte	30
Figura 4 – Periodização da epistemologia do século XX	36
Figura 5 – Concepção positivista (indutiva) versus concepção popperiana (dedutiva)	38
Figura 6 – Campos estruturantes da epistemologia	41
Figura 7 – Origens do fisicalismo reduutivo.....	43
Figura 8 – Respostas a questão da redução epistemológica e ontológica	61
Figura 9 – Monismo metodológico versus pluralismo metodológico	63
Figura 10 – Tríade necessária para se pensar o contexto pedagógico da Química.....	70
Figura 11 – Formas como a ideologia atua na sociedade segundo o trabalho de Thompson (2000)	80
Figura 12 – Origens Didáticas da Química	93
Figura 13 – Organização dos conteúdos científicos conforme o positivismo lógico ...	96
Figura 14 – Organização dos conteúdos de acordo com o positivismo lógico – exemplo da Química.....	96
Figura 15: fundamentos matemáticos da química matemática	106
Figura 16: Fundamentos matemáticos utilizados pelos os professores de química que responderam os questionários.....	106

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Fatores que levaram ao negligenciamento da Química no contexto filosófico	53
Tabela 2 – Publicações sobre fisicalismo redutivo e Educação Química no ENEQ	75

Lista de Quadros

Quadro 1 - Classificação dos saberes químicos: Gabriel-François Venel versus Auguste Comte	48
Quadro 2 - Principais problemas da Filosofia da Química.....	55
Quadro 3 - Estudos em destaque no início da Físico-Química	67
Quadro 4 - Levantamento de teses e dissertações sobre Filosofia da Química	71
Quadro 5 - Levantamento de livros sobre Filosofia da Química no Brasil	74
Quadro 6 - Publicações sobre fisicalismo reductivo e Educação Química nos principais periódicos da área.....	77

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
CAPÍTULO I O PROBLEMA DA UNIDADE DA CIÊNCIA NA FILOSOFIA DA CIÊNCIA	22
1.1 UNIDADE DA CIÊNCIA: UM PROBLEMA TRANSCENDENTAL NA CONSTRUÇÃO DA CIÊNCIA.....	22
1.2 O PROBLEMA DA UNIDADE DA CIÊNCIA NO POSITIVISMO COMTEANO	25
1.3 A UNIDADE DA CIÊNCIA PELA FILOSOFIA NO IDEALISMO ALEMÃO: FORMAR PARA A CIÊNCIA.....	31
1.4 A UNIDADE DA CIÊNCIA PELA FÍSICA NO POSITIVISMO LÓGICO.....	33
1.5 O FISCALISMO REDUTIVO NO CENTRO DA AGENDA DA FILOSOFIA DA CIÊNCIA NO SÉCULO XX.....	35
1.5.1 <i>Periodização da epistemologia do século XX</i>	35
1.5.1.1 Positivismo lógico e concepção herdada (1925 a 1965)	36
1.5.1.2 Racionalismo crítico e a nova filosofia da ciência (1935 a 1985)	37
1.5.1.3 Pós-modernismo e visões contemporâneas	40
1.5.2 <i>Campos Estruturantes da Epistemologia</i>	40
1.6 O FISCALISMO REDUTIVO NAS CIÊNCIAS NATURAIS.....	43
1.6.1 <i>O fiscalismo redutivo na Biologia</i>	44
1.6.2 <i>O fiscalismo redutivo na Química</i>	46
1.6.3 <i>O fiscalismo redutivo na Física</i>	46
1.7 A (DES)UNIDADE DA QUÍMICA E SUA DIFÍCIL POSIÇÃO NA CLASSIFICAÇÃO DAS CIÊNCIAS.....	47
CAPÍTULO II O FISCALISMO REDUTIVO NA HISTÓRIA E FILOSOFIA DA QUÍMICA.....	51
2.1 FILOSOFIA DA QUÍMICA: NASCE UM NOVO CAMPO DISCIPLINAR	51
2.2 O FISCALISMO NO CENTRO DA AGENDA DE PROBLEMAS DA FILOSOFIA DA QUÍMICA	55
2.2.2 <i>Perspectivas Pluralistas na Química</i>	62
2.3 ORIGENS E DISCIPLINARIZAÇÃO DO FISCALISMO REDUTIVO	65

CAPÍTULO III IMPLICAÇÕES DO FISCALISMO REDUTIVO NO SISTEMA PEDAGÓGICO DA QUÍMICA	69
3.1 FISCALISMO REDUTIVO NA EDUCAÇÃO QUÍMICA: UM DEBATE INCIPIENTE	69
3.1.1 <i>Filosofia da Química na agenda dos pesquisadores brasileiros</i>	<i>70</i>
3.1.2 <i>O tema do fiscalismo redutivo na Educação Química brasileira</i>	<i>75</i>
3.2 FISCALISMO REDUTIVO COMO IDEOLOGIA NO SISTEMA PEDAGÓGICO DA QUÍMICA ...	78
3.2.1 <i>O que é ideologia</i>	<i>79</i>
3.3 PROGRAMA DE INVESTIGAÇÃO DA EDUCAÇÃO QUÍMICA AINDA POUCO LEGITIMADO	82
3.3.1 <i>A identidade, definição e especificidade disciplinar implícita</i>	<i>82</i>
3.3.2 <i>Interpretação nomotética para o conhecimento químico</i>	<i>84</i>
3.3.3 <i>O dedutivismo no currículo da Química</i>	<i>86</i>
3.3.4 <i>As grandes ideias da Química inspiradas pelo positivismo lógico.....</i>	<i>87</i>
3.3.5 <i>Paradoxos, contradições e ambiguidades do fiscalismo redutivo</i>	<i>88</i>
3.3.6 <i>O fiscalismo redutivo como posição curricular dominante no currículo</i>	<i>89</i>
3.3.7 <i>O positivismo lógico como a principal marca do currículo de Química: van Aslsvoor</i>	<i>95</i>
3.3.8 <i>Educação Química como exemplo de Ciência normal: perspectiva de Van Berkel ..</i>	<i>97</i>
3.3.9 <i>O currículo oculto de Química: rígido internamente e isolado externamente</i>	<i>102</i>
3.3.10 <i>Química “agazapada”: conceitos implícitos no currículo.....</i>	<i>103</i>
3.3.11 <i>Priorização e lugar problemático da Matemática e da Física no currículo inscrito</i>	<i>104</i>
3.3.12 <i>Superando o problema do fiscalismo redutivo: propostas e intervenções.....</i>	<i>107</i>
3.4 LINHAS HIPOTÉTICAS.....	108
CONSIDERAÇÕES FINAIS	109
REFERÊNCIAS	111

INTRODUÇÃO

A História, Filosofia e Sociologia da Ciência são saberes básicos da construção do conhecimento científico. Ao longo dos anos, vários pensadores elaboraram teses que servem de respaldo até hoje para o desenvolvimento de pesquisas e reflexões sobre as questões que norteiam a organização dos saberes e a atividade científica, tanto da pesquisa quanto do ensino.

Segundo Armstrong (2012), nos primórdios da Ciência, havia uma linha tênue que ligava a Filosofia e a Ciência. Dentre os problemas referentes à interface entre Ciência e Filosofia iremos pôr em observação a Unidade da Ciência. Para Pombo (2016), o ideal de Unidade da Ciência é um problema transcendental em toda a cultura científica ocidental. A Unidade da Ciência já ganhou várias configurações, e muitas são as formas pelas quais ela aparece ao longo da história. No contexto presente nesta pesquisa, iremos discuti-la à luz do movimento neopositivista, que aproxima o ideal da unicidade do conhecimento às definições da Física, ou seja, sua unidade, uma hierarquia que constrange os feitos das outras Ciências em oposição a um movimento fisicalista.

Uma evidência muito importante que vale a pena destacar é que, segundo Armstrong (2008):

Os trabalhos realizados na área da física serviram de base para os fundamentos filosóficos no desenvolvimento do conhecimento científico, pois, sendo a física uma ciência experimental, ela passou a ser tomada como modelo metodológico para as outras ciências empíricas. Com isso, percebeu-se que o método utilizado pela física proporcionava uma melhor compreensão do mundo, de uma maneira que não tinha sido possível ainda (ARMSTRONG, p. 33, 2012).

Neste cenário, nasce a Filosofia da Química como uma ramificação da Filosofia da Ciência, sendo uma área emergente na Filosofia da Ciência. Os estudiosos desta área vêm tentando elaborar uma agenda de problemas que seja autêntica, e que, apesar de estar atrelada às questões mais gerais da Filosofia da Ciência, traz como novidade a negociação de questões próprias da Química (RIBEIRO, 2014).

A exemplo disso, buscamos neste estudo retomar a discussão de uma questão ainda em aberto dentro da Filosofia da Química, o fisicalismo redutivo. Paradoxalmente, uma questão nuclear para o entendimento não só da Química, mas de parte dos problemas de seu ensino, no entanto, marginal na agenda de pesquisas da Educação Química. Essa temática é muito debatida dentro da Filosofia da Química (KAVALEK, SOUZA, DEL PINO e RIBEIRO, 2015), e sua centralidade é evidente nas várias publicações dos principais periódicos deste campo.

Por reducionismo, entende-se qualquer ideologia que pode ser caracterizada também como uma corrente filosófica inserida nas Ciências da Natureza, em especial Física e Química (ZYLBERSZTAJN, 2013, p. 2-7). Segundo El-Hani e Sepulveda (2001), o fisicalismo redutivo se apresenta na literatura de diversas formas, e que o “fisicalismo” é visto como sinônimo de “reducionismo” e indica uma crença na universalidade da Física. Aceitamos esta definição pois entendemos que o fisicalismo confere à Física certo tipo de prioridade e, ao mesmo tempo, subjugava a Química num papel secundário, de subordinação a ela.

Considerando a necessidade de se discutir o reducionismo sob a ótica das questões que se referem à Educação Química, encontramos na literatura de História, Filosofia e Sociologia da Ciência/Química uma possibilidade de reflexão em direção a um estudo conceitual sobre o fisicalismo redutivo na atual construção do conhecimento químico ao longo do tempo.

Nessa linha de pensamento, consideramos relevante destacar que, segundo Ribeiro e Bejarano (2016, p. 349), “[...] o Currículo de Química não tem uma filosofia explícita e, implicitamente, é orientado por um fisicalismo redutor”. Tal afirmação nos deu suporte para seguir em frente com a discussão que tangencia esse assunto e buscar evidências mais concretas do ideal fisicalista que está inserido, também, no currículo.

A problemática que foi citada anteriormente nos leva a um paradoxo que merece ser discutido à luz de uma investigação sistemática. Essa inquietação impulsiona o nosso estudo pelo fato de que, quando buscamos, em sua própria literatura, elementos que discutem o reducionismo ligado às questões relacionadas às pesquisas em Educação Química, percebeu-se um grande distanciamento entre ambas.

Como pode o reducionismo ser tratado com tanta importância na Filosofia da Química, haver indícios dessa ideologia no currículo e o Ensino de Química não se debruçar na discussão deste problema? Neste sentido a História e Filosofia da Química podem ser apresentadas como fundamento para a construção de um quadro que caracterize as origens e implicações dessa ideologia que está implícita no currículo da formação superior em Química.

Este estudo apresenta respaldo historiográfico e filosófico para uma caracterização mais consistente sobre a discussão do fisicalismo reduutivo e sua interface com o atual modelo de Ensino da Química. Considerando este cenário, buscamos ao longo deste trabalho responder a seguinte questão: *“quais as origens do fisicalismo reduutivo e qual a sua influência na construção do conhecimento e da formação em Química?”*.

Logo, o objetivo deste trabalho é investigar as origens do fisicalismo reduutivo na História, Filosofia e Sociologia da Ciência/Química e compreender as implicações dessa ideologia no sistema pedagógico da Química.

A proposta inicial para esta pesquisa era a de trazer uma reflexão à luz da História da Química sobre a consolidação da Físico-Química enquanto disciplina científica imersa num ambiente altamente fiscalista, da qual a ementa do curso propõe um embasamento matemático amplo e então poderíamos colocar as questões referentes aos impactos disso na formação dos químicos. Contudo a literatura foi mostrando outras questões primárias que precisam ser pesquisadas antes de darmos um próximo passo e seguirmos com a nossa proposta original.

Diante disso, buscamos refletir os problemas em aberto na História da Química para assim chegarmos a uma nova proposta, agora no viés historiográfico, acrescido de aspectos da Filosofia e da Sociologia da Ciência/Química correlacionando com um elemento muito importante no que diz respeito à base formativa dos futuros profissionais da Química: o Currículo.

Sendo assim, esta pesquisa se justifica com um propósito pessoal, no que tange ao compromisso com o aprofundamento em História e Filosofia da Química que são, sem dúvida, uma base para compreender a organização do conhecimento Químico, suas mudanças de paradigma e implicações no Ensino de Ciências.

Uma segunda justificativa é de cunho profissional, e que merece um destaque, no que se relaciona ao próprio desafio de compreender a linguagem da História e Filosofia da Química e poder levantar argumentos que podem subsidiar elementos para o estado da arte, e que contribua com a discussão da problemática proposta. Trazer essa reflexão para o âmbito nacional é um desafio e, ao mesmo tempo, traz uma motivação que sustentou por várias vezes o desejo de construir um trabalho que abrisse diálogo entre aspectos do pensar a Química (filosofia) e do ensinar Química.

E, diante de tudo isso, consideramos este instrumento norteador e de grande importância na formação deste profissional, sendo também uma justificativa necessária para se pensar o currículo, que é o mecanismo orientador da formação do profissional de Química. De tal maneira, o objeto de nossa análise não poderia ser outro, sendo imprescindível que a organização curricular dos cursos de nível superior seja repensada a partir de aportes mais consistentes extraídos dos estudos da História e da Filosofia.

Os resultados aqui apresentados, correspondem a uma explanação estruturada, no que se refere às origens do fisicalismo reduutivo e inicia um debate que tangencia a Educação Química a partir de autores como: Ribeiro (2014); Schummer (2006); Van Brakel (1999); Lombardi e Labarca (2007); Baird, Scerri e McIntyre (2011); Hendry (2011); Eichler (2019); Chamizo (2010) os quais dão suporte para as argumentações tecidas ao longo deste texto.

Princípios metodológicos

O trabalho aqui apresentado se classifica como uma pesquisa de abordagem qualitativa (LUDKE e ANDRÉ, 2013). Tratando as especificidades da temática e considerando-se os objetivos da investigação, nos respaldamos no método teórico-reflexivo (FERREIRA et al. 2018) como forma de garantir o rigor técnico proposto no aprofundamento do objeto de pesquisa “fisicalismo reduutivo”, a nível conceitual.

Ferreira e Matos (2018) subdividem a pesquisa teórico-reflexiva em três: pesquisa conceitual, pesquisa teórica e pesquisa filosófica. Como o próprio nome já diz, a pesquisa conceitual se baseia na exploração de um determinado conceito. A

finalidade deste tipo de pesquisa é avaliar variáveis condicionantes da construção de um determinado conceito ou mesmo a sua relação com outros conceitos, dada a composição de uma teoria. No presente estudo, consideramos a discussão do “físicalismo reductivo” como objeto central na agenda da Filosofia da Química e como questão em aberto para discussão acerca do conhecimento químico e sua relação com o ensino.

As pesquisas teóricas são dedicadas “a reconstruir teorias, conceitos, ideias, ideologias, polêmicas, tendo em vista, em termos imediatos, aprimorar fundamentos teóricos” (DEMO, 2000, p. 20). Pesquisas dessa natureza têm por objetivo direto a reconstrução de teorias, levantamento de referenciais, buscam condições que auxiliem na explicação da realidade, controvérsias e diálogos pertinentes atrelados a um embasamento teórico que julgue, considere os contextos e a evolução daquilo que se propõe investigar.

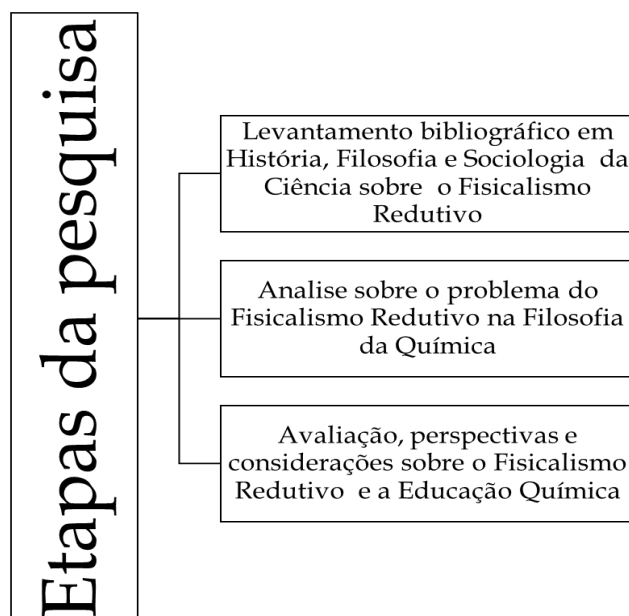
A pesquisa teórica não deixa de ser importante pelo fato de não ter implicações imediatas na realidade, o papel deste tipo de pesquisa é criar condições para intervenções pautadas numa reflexão condicionada a possíveis mudanças de paradigma, sem expressão de urgência temporal. Neste sentido, Demo (1995), afirma que “o conhecimento teórico adequado acarreta rigor conceitual, análise acurada, desempenho lógico, argumentação diversificada, capacidade explicativa” (DEMO, 1995, p. 36).

Na pesquisa filosófica podemos observar, segundo Ferreira e Matos (2019), que esse tipo de pesquisa é do tipo reflexiva e tem um viés estatutário. Ou seja, “a ciência pode oferecer uma boa descrição sobre como as coisas são, mas é no campo da reflexão ético filosófica que podemos discutir sobre como as coisas deveriam ser” (FERREIRA; MATOS, 2019, p. 22-23). As reflexões incididas sobre esse tipo de pesquisa não podem ser explicadas suficientemente por uma demanda empírica, e nesse sentido consideramos a categoria filosófica como sendo mais válida.

Considerando os objetivos do presente trabalho, e as descrições acima descritas, buscamos realizar uma investigação a nível conceitual. Considerando essa perspectiva, traçamos um caminho que pudesse elencar aspectos importantes da

discussão que perpassa o reducionismo e sua interface com o ensino, nesse sentido, consideramos na imagem a seguir os passos da pesquisa.

Figura 1 – Etapas da pesquisa



Fonte: autor.

A figura 1, acima, traz um panorama geral daquilo que foi realizado durante a investigação. No primeiro passo, fizemos um exaustivo levantamento sobre os principais autores e as ideias centrais que permeiam o conceito de fisicalismo redutivo na História, Filosofia e Sociologia da Ciência. O segundo passo foi um momento de confronto de ideias, no qual, o nosso objeto de pesquisa se tornou mais concreto e a dimensão do ensino pôde ser introduzida como parte fundamental do processo de investigação, uma vez que a Filosofia da Química está ligada diretamente ao “pensar a Química”.

No terceiro passo, trouxemos um panorama geral das pesquisas que envolvem o objeto de pesquisa em questão e o paralelo com a Educação Química, buscamos elucidar um panorama para a área e esclarecer a nítida importância da exploração da temática.

O trabalho está estruturado em 3 capítulos complementares e que apontam uma lógica de argumentação pertinente aos objetivos traçados para este estudo. A ideia

central da organização do texto é permitir que o leitor tenha um primeiro contato com o tema do fisicalismo reductivo, perceber como ele atua no sistema pedagógico da Química e embarcar em uma reflexão sobre o seu movimento de superação.

No capítulo 1, a Unidade da Ciência é apresentada como um fundamento para se pensar o conhecimento científico. Neste sentido, propomos uma abordagem que dialoga com a História, Filosofia e Sociologia da Ciência. O positivismo de Augusto Comte é ilustrado frente ao nascimento da Sociologia como uma “física social”. Diante disso, o neopositivismo do Círculo de Viena sustenta ideais que se conformam a uma nova maneira de pensar a ciência. Nesse mesmo capítulo é apresentado um cenário do fisicalismo reductivo, ainda que breve, na perspectiva da Biologia, da Física e da Química.

No capítulo 2, há uma introdução da Filosofia da Química como forma de nortear o estudo, frente às especificidades do diálogo proposto entre o “pensar a Química” e o “ensinar a Química”. O fisicalismo reductivo ganha algumas definições, considerando o contexto do conhecimento químico abordado.

No capítulo 3, buscamos evidenciar questões em aberto dentro da problemática investigada. Levamos em consideração as publicações mais importantes feitas sobre a temática e constatamos que o diálogo com a área de Ensino de Ciências/Química, principalmente a nível nacional, precisa se consolidar a fim de que a popularização dessa temática possa gerar reflexão e possíveis mudanças na organização do conhecimento químico. Buscamos dialogar com a definição de ideologia, nos comprometemos com esse conceito e com a forma de atuação do fisicalismo reductivo no currículo e, por consequência, no Ensino da Química e traçamos algumas reflexões no sentido de iniciar um debate sobre o movimento de superação dessa problemática.

CAPÍTULO I O PROBLEMA DA UNIDADE DA CIÊNCIA NA FILOSOFIA DA CIÊNCIA

Neste capítulo será apresentada a historicidade do conceito de fisicalismo redutivo no contexto das Ciências Naturais e das problematizações sobre a Ciência. O tema em questão nos levou a buscar fontes na História, Filosofia e Sociologia da Ciência na tentativa de articular os fatos e identificar as origens do problema em questão. Buscamos ao longo do texto destacar os principais elementos que caracterizam e contribuem para a fundamentação do termo “fisicalismo redutivo”.

A investigação descrita neste capítulo tem um respaldo historiográfico e busca articular: definições, fatos e dimensões epistemológicas do nosso objeto de pesquisa. De acordo com Portocarrero (1994):

Desde sua fundação no século XVI, a ciência moderna vem sendo objeto de investigação. Primeiramente, através das "teorias do conhecimento", em seguida, pela "filosofia da ciência", mais tarde pelas "epistemologias lógicas" e "históricas", ou, mais contemporaneamente, pela "história da ciência", que reúne abordagens históricas, filosóficas e sociológicas (PORTOCARRERO, 1994, p. 18).

É de suma importância ressaltar essa tríade citada pelo autor, pois a relação HISTÓRIA - FILOSOFIA - SOCIOLOGIA dá respaldo para fidelizar as construções textuais que buscamos construir ao longo deste capítulo. A utilização dessa terminologia não compromete um intencional esgotamento do tema, mas abre uma via de discussão já em andamento na área. A interface de investigação nos permitiu destacar vários elementos importantes neste itinerário de pesquisa, dentre eles a ideia de Unidade da Ciência, como fundamento essencial nas abordagens aqui tratadas. Paralelo a isso, iniciamos o nosso levantamento a partir das reflexões que perpassam essa problemática, que é a unicidade do conhecimento científico.

1.1 Unidade da Ciência: Um problema transcendental na construção da ciência

A Unidade da Ciência é tratada como um problema transcendental e que por muito tempo tem sido discutido no âmbito da Filosofia da Ciência. Essa questão tem relação com os problemas que estão vinculados à aspectos de natureza epistemológica no contexto do conhecimento científico (POMBO, 2016). Lorenzano (2001) aponta a Unidade da Ciência como uma das teses mais importantes nas discussões da área da Filosofia e da Ciência. O autor aponta ainda que seu surgimento esteve atrelado às discussões do Círculo de Viena, ou seja, ao empirismo lógico. Entretanto, para Pombo (2006) a Unidade da Ciência é um problema referente a toda história da Ciência, sendo pensada de diversas formas: pela unidade teológica na idade média, por meio da Filosofia na contemporaneidade; pela Física, através do empirismo lógico [que iremos mencionar posteriormente], E, por fim, o movimento da interdisciplinaridade, no contexto atual (POMBO, 2016).

Quando olhamos para a Ciência na atualidade, não conseguimos enxergá-la como um conhecimento único, mas verificamos uma pluralidade conceitual que fundamenta a determinação de “Ciências”. Enxergamos fragmentos de programas de pesquisa, que têm uma especialidade e áreas desvinculadas umas das outras. Dentro dos programas existem as investigações dentro de cada área. Cabe aqui um balanço crítico desse movimento que sugere um olhar para o conhecimento do mundo, como um todo, que muitas vezes é abandonado. Ou seja, o ideal da Unidade da Ciência parece ter perdido espaço para a especialização, ou mesmo a superespecialização.

Pombo (2016) traz ainda um ideal de que os pensadores deste século se submetem à caracterização do “sábio ignorante”, que é aquele que muito sabe sobre apenas uma coisa e pouco sobre o todo. Ou parafraseando Ortega e Gasset (2000, p.45) “O especialista ‘sabe’ muito bem seu mínimo rincão do universo; mas ignora basicamente todo o resto.” Ou seja, perde-se a noção de totalidade de conhecimento. Se isto é um problema para a pesquisa, para o ensino, que se orienta por princípios de seletividade e completude, isto é dramático.

Nesse movimento de reflexão, a autora aponta que a especialização é sem dúvida uma via que contribui para o progresso da Ciência, considerando a necessidade de se estudar algo de forma pontual. Mas, há de se levar em consideração

que os investimentos políticos têm uma influência gigantesca na trajetória da Ciência e isso implica na forma como ela é pensada.

“A Ciência especializada deixa de ter o mundo como seu objeto de estudo” (POMBO, 2016). Essa forma fragmentada de pensar a ciência coaduna para que a própria ideia de mundo seja ultrapassada. É um movimento de buscar respostas inteiras para um olhar singular, que só é possível através de uma visão do todo.

A ausência de Unidade dá credibilidade a atividade científica no modo como a Ciência é pensada na contemporaneidade. À medida que a Ciência foi evoluindo, ela foi perdendo a sua unidade primitiva e quanto mais desenvolvida, mais especializada. E quanto mais aperfeiçoada, menos interessada em entender o mundo como um todo, em ter o mundo como referência. A Unidade da Ciência é uma força contrária à especialização, contudo há que se levar em consideração que ambas as forças são relevantes. É imprescindível não dar atenção aos avanços alcançados pela dinâmica de hiperespecialização (MORIN, 2014). A especialização está cada dia mais evidente e seus efeitos frente a Unidade da Ciência também podem ser vistos. A especialização restringe o conhecimento, inclusive bibliográfico de determinada área. Viabiliza as discussões em pequenos grupos, apesar de julgar o movimento de especialização como sendo vital para o avanço da Ciência.

Pombo (2016) afirma que a especialização é uma visão desencantada do que realmente é a Ciência. A autora argumenta ainda que os grandes sábios da História não eram especialistas. A especialização limita a visão de quem procura respostas, uma vez que o conhecimento está vinculado a várias questões que podem não ser enxergadas diante de um olhar limitado.

Na atualidade, para Pombo (2016), o aparecimento híbrido de disciplinas, revela o pensamento de Unidade da Ciência quando apresenta, por exemplo, a aproximação de disciplinas como no caso da Bioquímica e da Biofísica, a Engenharia Genética como área do saber. Esse cruzamento revela um retorno do pensamento da Unidade da Ciência. Um apelo à interdisciplinaridade como uma necessidade para a compreensão de conceitos e como uma condição indispensável ao conhecimento.

A relevância de diversos projetos é também julgada pelo critério interdisciplinar como base para o desenvolvimento de atividades científicas. Pombo (2016) também

explica a noção de unidade da linguagem, que pode ser identificada pela importação de conceitos de uma disciplina para outra, ou seja, a utilização de palavras em diversas áreas e com sentidos diversos.

A Unidade da Ciência é tarefa cognitiva da própria Ciência, é uma descrição unificada da totalidade. Esse modelo descreve muito bem as ideias iniciais de escola e universidade como centros de formação científica, que visam a formação do indivíduo. Diante disso, a visão de mundo se amplia e caracteriza os saberes como algo inesgotável. Por outro lado, a especialização denota essa fragmentação nos modelos formativos e é amplamente aceito hoje. Enquanto a unidade da ciência evidencia um pensamento ultrapassado.

1.2 O problema da Unidade da Ciência no Positivismo Comteano

Buscando as raízes do nascimento do fisicalismo reduutivo, torna-se indispensável mostrar um detalhamento sobre a trajetória que caracteriza o ideal positivista, que surgiu a partir da terceira década do século XIX. O positivismo é uma das doutrinas filosóficas derivadas do movimento iluminista e esteve relacionado a um contexto de desorganização social e a necessidade de uma ordenação. A partir desse acontecimento, a “jovem” ciência (sociologia) nasceu para assumir a primazia de repensar o problema da ordem na sociedade (MARTINS, 2006).

O século XIX foi marcado por mudanças sociais, econômicas, artísticas etc. Neste contexto, a Filosofia e a Ciência também foram influenciadas diretamente. Trazendo como principal imagem a figura do Francês Augusto Comte, a Sociologia positivista contribuiu com algumas interpretações do pensamento Kantiano, que no século XVIII havia construído relevantes reflexões sobre as viabilidades e, também, sobre os agentes limitantes da razão (ISKANDAR; LEAL, 2002).

Os ideais positivistas, seguramente, não nasceram de forma natural, no século XIX, com Augusto Comte. Desde alguns séculos passados já existiam pensadores que indagavam questões fundamentais para consolidação dessa corrente sociológica. “Suas raízes podem ser encontradas no empiricismo, desde a antiguidade. Mas as

bases concretas e sistematizadas dele estão, seguramente, nos séculos XVI, XVII e XVIII, com Bacon, Hobbes e Hume, especialmente” (TRIVIÑOS, 1987, p. 33).

O movimento positivista dominou expressões artísticas, filosóficas e literárias em grande parte da cultura europeia, desde aproximadamente 1842 até a 1ª Guerra Mundial. O termo “positivo” faz menção ao período de paz na Europa, e devido à expansão colonial nos continentes africanos e asiáticos, que trouxe conseqüentemente muita empolgação em torno da ideia de um progresso humano e sociável de forma irrefreável (SILVINO, 2007).

A denominação inicial dessa trajetória que resultaria na concretização da Sociologia destaca a Física como uma Ciência eminentemente consolidada. A nova ideologia, em construção, buscava respaldo no modelo observacional das ciências naturais. Seus processos metodológicos seriam baseados na observação dos fenômenos históricos e sociais (MARTINS, 2006).

O positivismo defendido por Comte (1798 - 1857) rompe com os ideais ligados ao conhecimento metafísico e expõem as seguintes preocupações fundamentais:

Uma filosofia da história na qual encontram-se as bases de sua filosofia positivista e as três fases da evolução do pensamento humano: o teológico, o metafísico e o positivo. Após passar pelos três estágios históricos, no estágio científico abandona-se a referência às causas últimas, ou seja, às não observáveis (ISKANDAR; LEAL, 2002, p. 90).

Isso refletiu positivamente na expressão científica, nos debates filosóficos e nas atitudes de confronto, mediante a mais recente conjuntura política da época. Segundo Silva (2008), o positivismo ressalta as possibilidades da técnica, a eficiência do conhecimento científico e a ordem social como principais fundamentos para a organização e progresso da sociedade. Nesse sentido, Silvino (2007), aponta que o positivismo exalta o saber científico, e que este é o único capaz de resolver todos os problemas da humanidade.

Comte ficou impressionado com o avanço das Ciências Naturais daquele momento histórico em que vivia, tomou a decisão de adotar os métodos dessa área para estudar a sociedade. Essa viabilidade seria estimulada por um anseio semelhante

ao da aplicação prática dos saberes científicos, contribuindo assim para a consolidação da sociologia, com bases positivas (LACERDA, 2009).

Alguns outros nomes importantes, tais como John Stuart Mill e Hebert Spencer, na Inglaterra; Ernst Heckel, na Alemanha, e Roberto Argidò, na Itália (BRANDÃO, 2011) tiveram importância para o movimento positivista. Brandão (2011) explica que:

O ideal do pensamento de Auguste Comte (1798-1857) foi, acima de tudo, promover uma estruturação do conhecimento que servisse de base educacional do homem e que levasse a humanidade para um estágio mais avançado de convívio social. Em sua mais famosa obra Curso de filosofia positiva, Comte pretendeu fornecer os fundamentos de uma filosofia positiva, que seria, segundo ele, a única base sólida a partir da qual se poderia alcançar uma reorganização social que desse fim à “crise política e moral” em que se encontrava a sociedade de sua época. Crise essa instaurada, em seu modo de ver, em virtude de uma espécie de “anarquia intelectual”. Desse modo, Comte via a necessidade urgente de uma doutrina social comum capaz de propiciar a ordem social (BRANDÃO, 2011, p.81).

Para sistematizar as principais ideias do pensamento de Comte, destacamos alguns aspectos importantes dentro do seu discurso sobre a filosofia positivista. Sendo respectivamente: a lei dos três estados, a Sociologia como *física social* e a classificação das ciências.

Comte propõe uma Filosofia da História, e esse termo está unido diretamente com a composição daquilo que ele acreditava. No pensar a partir das mudanças ocorridas na sociedade. Para isso, ele propôs a “lei dos três estados”, como um percurso em que todas as Ciências e o espírito humano passariam a se desenvolver.

A figura 2, a seguir, mostra um esquema que ordena e resume o processo ao qual Comte considerava essencial no desenvolvimento da sociedade. Por meio de três fases: a teológica, a metafísica e a positiva.

Figura 2 – Lei dos três estados



Fonte: autor com base em Comte (1983).

Na fase teológica, a imaginação ganha destaque, as observações dos fenômenos são pouco frequentes, assim sendo, o ser humano só consegue justificar os acontecimentos da natureza a partir de ideais inanimados, reportando as explicações quase sempre a deuses ou espíritos. Esta fase nos permite afirmar ainda que o sistema político predominante numa sociedade presa por essas convicções corresponde ao que conhecemos por monarquia militarizada. O pensamento social exalta a virtude de um papel de coesão social através de uma vida pautada na moral.

Semelhante a etapa teológica, a mentalidade metafísica procura elucidar uma explicação para as transformações e eventos próprios da condição humana. Questiona sobre suas origens, seu destino após a morte e outras várias inquietações que ganham força no enquadramento proposto por Comte. Nessa fase ocorre a mudança de mentalidade, passando do viés da imaginação para explicações com uma base argumentativa.

No âmbito da política, o que marca a mudança de mentalidade é a troca de um sistema de dominação predominantemente monárquico. Esse fato, por sua vez, se configura como a finalização do deslocamento da fase teológica para a metafísica.

O terceiro estágio social, segundo a lei proposta por Comte, é a fase positiva, que tem como característica principal a subordinação da imaginação (fase teológica) e da argumentação (fase metafísica) à observação. A palavra “positivo” denota um sentido de “exatidão” contra o “inexato”, poderíamos tratá-la então como a “busca por certezas”. O olhar que a mentalidade positiva traz, tem relação com a busca de explicações acerca das leis dos fenômenos e não suas causas, sendo que nesse estágio

as leis são conceituadas a partir das relações entre os fenômenos que podem ser observados.

É importante ressaltar que no estágio positivo é impossível reduzir os fenômenos a apenas uma lei ou princípio, que nos outros eram sempre resumidos a explicações abstratas na crença em Deus ou na natureza. O cerne do saber positivo se caracteriza pela habilidade de fazer previsões a partir das observações. A questão da previsibilidade científica auxilia no desenvolvimento da técnica, e sendo assim, o estágio positivo confere o progresso industrial.

Aquilo que ficou determinado como positivo (positivismo), é um resgate do empirismo do século XVII, considerando que o pensamento racional que é impulsionado para lidar com os fenômenos reais, busca a descrição fidedigna das leis que os orientam. Em suma, Comte define o espírito positivo como a investigação do real, do rigorosamente definido.

Na visão de Silvino (2007), Comte concebia a ideia de ciência como importante alavanca para o avanço da sociedade e que esta tinha por objetivo, investigar as tendências e as leis que regem os fenômenos. O autor esclarece ainda que:

Por coerência, a Sociologia, como física social, baseia-se no conhecimento feito de leis provadas com base nos fatos. Para a Sociologia, através do raciocínio e da observação, é possível estabelecer as leis dos fenômenos sociais, como a Física pode estabelecer as leis que guiam os fenômenos físicos (SILVINO, 2007, p.280).

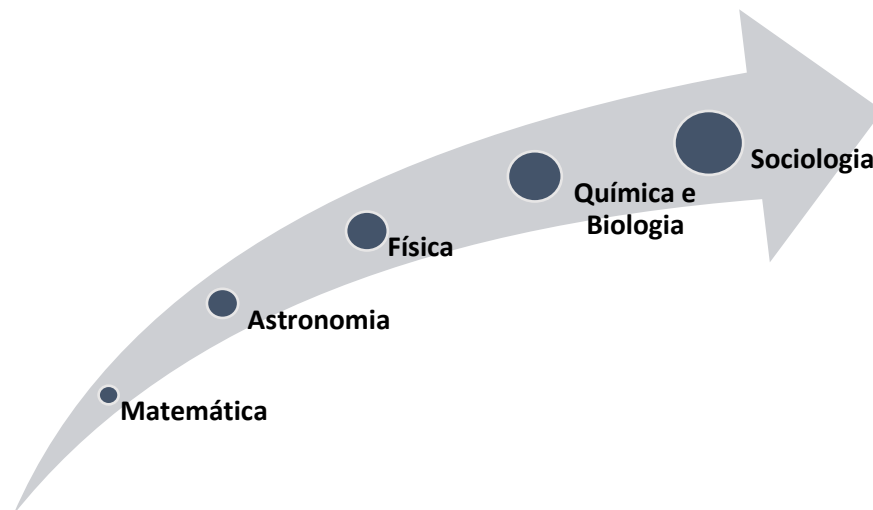
Para o sociólogo a nova ciência, tão necessária, era vista como uma “física social”, que se ancorava em pensar a organização social em um modelo semelhante ao das ciências físico-naturais. Augusto Comte procurou esclarecer que as bases científicas poderiam auxiliar nas explicações dos fenômenos sociais, com base em critérios alicerçados nos processos de averiguação das ciências da natureza: Biologia, Física, Química, Matemática e Astronomia. A Sociologia ou “física social” de Comte adota métodos experimentais, de observação do real, como ponto de partida para as investigações. Comte utilizou-se das ciências naturais como base metodológica para seus estudos, devido ao seu contexto de evolução (COMTE, 1983). Sua metodologia era colocada em destaque em relação às outras disciplinas (SILVINO, 2007). Em tal

caso, é possível afirmar que foi a partir dessa visão de Comte que a Sociologia trilhou um caminho sólido para sua constituição definitiva enquanto ciência.

Comte (1983) apresenta também uma proposta de classificação das ciências, que tem uma base estreita com os ideais de sua filosofia da história, ou o modo como a evolução da sociedade era pensada por ele. Um dos fundamentos propostos pelo sociólogo, é de que as ciências devem ter uma classificação que leve em consideração o seu maior ou o seu menor grau de simplicidade no que interessa o objeto de estudo de cada uma.

A figura 3, a seguir, apresenta de forma ilustrativa e ordenada uma síntese que coloca em destaque a Sociologia como uma área complexa e que poderia explorar dimensões importantes dos fenômenos decorrentes na sociedade. Comte afirma que a complexidade progressiva dessa classificação possui uma sequência determinada, sendo ela: Matemática, Astronomia, Física, Química, Biologia e Sociologia.

Figura 3 – Classificação da ciência segundo Comte



Fonte: autor com base em Bacha (2014).

Baseado na classificação de Comte, cada ciência dá conta de somente um determinado grupo de fenômenos e o que vai diferenciar uma de outra nesse seu enquadramento é o grau de complexidade de seu objeto de estudo. Considerando a sequência proposta por ele, temos que:

- A matemática tem um grau elevado de generalidades e se detém em estudos da realidade considerando as suas indeterminações. Esta trabalha com a abstração proporcionada pelos estudos numéricos;
- Nos estudos relacionados à astronomia temos a adição dos fundamentos de “força” vinculados às questões quantitativas da matemática. Os estudos sobre massas são dotados de conceitos de força de atração;
- A área da Física é adicionada uma caracterização qualitativa que se soma às características quantitativas (Matemática) e à força (Física).
- A Química busca uma compreensão dos diversos tipos de materiais existentes sob o olhar qualitativo e quantitativo;
- A Biologia trata de dimensões muito amplas no que diz respeito aos fenômenos vitais, o que a coloca num lugar de destaque na classificação de Comte, considerando a sua aproximação com o seu objeto de estudo que é a sociedade.
- Finalmente, a sociologia, que segundo Comte, merece destaque e seria considerada a ciência mais complexa. Esta busca investigar a sociedade na qual os seres humanos interagem entre si, e se torna o ponto mais alto de aproximação das ciências. O conjunto dos saberes, gera um sistema importante, em que são articulados os movimentos de evolução e regressão da sociedade (COMTE, 1983; BACHA, 2014).

A partir da epistemologia de Comte há a classificação das ciências (como é mostrado acima) e a fundação da sociologia, que é considerada a mais complexa das ciências. As mesmas, no seu estado de maior desenvolvimento, o estágio positivo, procura as regularidades e leis, com o objetivo de proporcionar muita previsibilidade para a investigação dos fenômenos e, inclusive, oferece subsídios para as reformas organizacionais.

1.3 A Unidade da Ciência pela Filosofia no Idealismo alemão: formar para a ciência

Ao discutir aspectos importantes da Unidade da Ciência, Barbosa (2010) faz uma descrição de argumentos sustentados por Friedrich Wilhelm Schelling (1775 - 1854) sobre a Unidade da Ciência, Schelling foi um filósofo alemão e um dos principais

representantes do idealismo alemão, dentro das reflexões trazidas por ele, é conveniente destacar sua determinação em explorar as fronteiras entre Arte, Filosofia e Ciência.

Neste sentido, segundo Brito (2016):

A filosofia da natureza de Schelling, ou a sua física especulativa, traz à tona a materialidade da natureza e critica o pensamento que pensa a si mesmo independentemente do mundo: ele quer inserir o ser humano na intrincada cadeia de desenvolvimento da própria natureza” (BRITO 2016, p. 2).

Na filosofia de Schelling fica evidente nuances de um ideal de Unidade da Ciência ao reconhecer que o pensador argumenta a favor de um movimento de totalidade e independência entre o todo e as partes. A construção do filósofo incide sobre o diálogo de uma “formação pela ciência” como via de uma organização do conhecimento eficiente. “Na Ciência como na arte, o particular só tem valor na medida em que acolhe em si o universal e o absoluto” (BARBOSA, 2010, p. 67).

Em diálogo com as ideias de Schelling, Pombo (2016) faz uma analogia sobre a Unidade da Ciência e traz a imagem do museu como um dispositivo de integração, que reúne fatos que dão sentido ao pensamento unificado, é a unidade da ciência materializada. Sendo assim, a universidade foi pensada, inicialmente, como ambiente favorável à exploração e construção do conhecimento de forma a fidelizar o conhecimento em sua totalidade, porém, o panorama atual, por muitas vezes, desvincula a atividade unificada da Ciência.

Santos (2021) destaca alguns princípios norteadores da ideia de Unidade da Ciência a partir do idealismo alemão, nesse sentido:

Primeiramente a indissociabilidade entre ensino e pesquisa. Significa que somente deve ser ensinado aquilo que se pesquisa, ou seja, a atividade pedagógica na academia é aberta, deve ser ensinada como um problema de pesquisa. Em segundo a autonomia científica e intelectual e a liberdade de investigação. Este princípio tem sofrido grandes ataques na atualidade; cooperação e colaboração é outro princípio importante. Outro princípio é a relação indissociável entre formação objetiva e subjetiva, ou seja, a formação intelectual não pode ser dissociada da moral do indivíduo. A compreensão objetiva do

mundo pressupõe uma visão subjetiva e moral deste (SANTOS, 2021, p.43).

Nessa perspectiva, consideramos a Unidade da Ciência como base da Filosofia alemã, onde o formar pela Ciência corresponde a uma atuação direta do pensamento crítico. A partir dessas premissas, a universidade e por sua vez a formação superior, reiteram um rigor necessário para a formação cidadã e profissional de indivíduos inseridos diretamente na sociedade. A construção de uma visão unitária, totalizante e unificada da ciência é um ideal do formar para a ciência, proposto pelo idealismo alemão.

1.4 A Unidade da Ciência pela Física no Positivismo Lógico

Pombo (2016) aponta o movimento neopositivista do Círculo de Viena como uma corrente que vai tomar a Física como seu modelo de Unidade da Ciência. Considerando que o estudo da Física é exemplar, na medida em que nela os enunciados são experimentalmente estáveis, tendo em vista que todos os saberes científicos devem se constituir seguindo o seu modelo.

O neopositivismo é um movimento de discussão dessa unidade vinculado à ideia da Ciência unificada. E nesse contexto, em defesa de uma Ciência Unificada nasceu o projeto fisicalista, ou simplesmente fisicalismo reduutivo, que é a tese que defende que todos os acontecimentos de qualquer Ciência podem ser reduzidos à Física.

O fisicalismo sofreu críticas ao concentrar principalmente a subordinação da Química e da Biologia à Física. Diante disso, pautado na prerrogativa da existência desse problema como algo que ainda hoje provoca discussões, gerando a formação de uma polaridade composta entre reducionistas e não reducionistas, Pombo (2016) ressalta que essa exaltação da Física pode estar atrelada ao fato de que os grandes sábios do século XVII e XVIII eram filósofos e físicos e que a Filosofia Natural era tratada como ramo da Física.

As ideias positivistas ganharam força e até hoje representam fundamentos importantes nas discussões sociológicas. Contudo, em meio ao cenário de tantas

mudanças e de discussões abertas à sociedade científica, nasce um movimento intelectual: O Círculo de Viena.

O Círculo de Viena teve suas primeiras reuniões por volta do ano de 1920 e reuniu pensadores de diversas localidades. Essa organização não possuía uma estrutura rígida, e era composto por indivíduos que possuíam formações diversas, mas que demonstravam interesses semelhantes, havia no grupo uma atitude científica de igualdade, mesmo diante de tantas diferenças, considerando as formações. O Círculo de Viena sofreu influência de Wittgenstein e da lógica matemática de Russell e Whitehead (OUELBANI, 2009).

Um marco que representa de fato a formalização das reuniões desse grupo foi a nomeação de Moritz Schlick, alocado no cargo de docente, da disciplina de Filosofia da Ciência, em Viena. Dentre os vários membros do círculo, podemos destacar, o físico alemão Moritz Schlick (1882-1936), os matemáticos alemães Hans Hahn (1879-1934) e Rudolf Carnap (1891-1970) e o sociólogo e economista austríaco Otto Neurath (1882-1945) (OUELBANI, 2009).

Os membros do círculo de Viena, influenciados pelas ideias positivistas, acreditam na premissa de que o pensamento lógico, a matemática e as ciências empíricas são capazes de esgotar o domínio do conhecimento possível, ou seja, de dar resposta para as perguntas mais complexas da sociedade. Considerando o princípio da verificabilidade: a base para estabelecimento de um conhecimento concreto.

Durante os primeiros anos de reunião do grupo, as discussões sobre vários temas foram abordadas, mas foi em 1929 que O Círculo de Viena ganhou notoriedade, com a publicação do manifesto intitulado “A Concepção Científica do Mundo”, que foi organizado por Hans Hahn, Otto Neurath e Rudolf Carnap. Esse documento estabelecia uma proposta de eliminação rigorosa da metafísica, além do domínio do pensamento racional e a implementação da ciência unificada, que se daria por meio de uma redução lógica aos termos da experiência imediata (HAHN; NEURATH, CARNAP, 1986).

O termo “fiscalismo redutivo” aparece na literatura da Filosofia da Ciência, sendo defendido principalmente por Neurath e Carnap. Estes filósofos tinham a intenção de levantar argumentos que tornassem claro a necessidade de que as ciências

empíricas deveriam adotar métodos semelhantes de investigação. De fato, há de se perceber que esses ideais dialogam com uma perspectiva de origem positivista, considerando que Comte destacava a importância do método nas ciências naturais e um destaque da “matematização” da Física, sempre a colocando em lugar de destaque (CUNHA, 2015).

É importante ressaltar que o círculo de Viena se põe num processo não de recusa ao positivismo, mas de refinamento de suas ideias. Os termos “neopositivismo” ou “positivismo lógico” pelo qual o movimento também é conhecido, representa de fato esse processo de purificação dos pensamentos positivistas, que de fato já buscavam a negação da metafísica.

Segundo os membros do grupo, o positivismo comtiano era visto como metafísico de certa maneira. Isso levou o grupo a rejeitar o termo “positivo”. Os argumentos trazidos pelo grupo exaltavam o pensamento racional, sem dar margem para explicações abstratas e com viés metafísico. Tal característica corrobora e deu sentido ao nome pelo qual o movimento ficou conhecido como “positivistas lógicos”. Os integrantes do Círculo concebem que o conceito de conhecimento real é resultado da observação, e não simplesmente concepções pré-definidas, que independem da observação.

O Círculo de Viena apropriou-se das questões de linguagem, sob influência de Wittgenstein e Russell, e voltou-se para a solução de problemas teórico-científicos. A novidade que o Círculo de Viena traz é a necessidade de uma linguagem estritamente empírica aplicada à ciência, bem como apresentar um ponto comum a todas áreas científicas, pretendendo alcançar a ciência unificada.

1.5 O Fisicalismo Redutivo no centro da agenda da Filosofia da Ciência no século XX

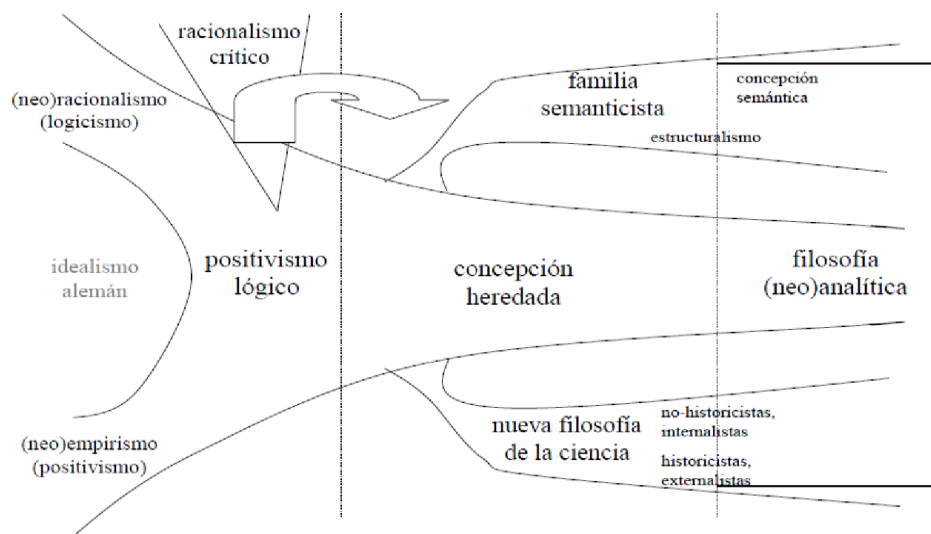
1.5.1 Periodização da epistemologia do século XX

Adúriz-Bravo (2001) explicita questões sobre a epistemologia do século XX e a sua conformação na perspectiva do ensino de ciências. Com o objetivo de expor em períodos, levando em conta a forma como a agenda da Filosofia da Ciência se estrutura

e dando destaque ao reducionismo, a partir de uma epistemologia influenciada pelo contexto e por disputas (ADÚRIZ-BRAVO, 2001).

Adúriz-Bravo (2001) propõe uma periodização em três épocas, sendo elas: positivismo lógico e concepção herdada, racionalismo crítico e nova Filosofia da Ciência, e o pós-modernismo e visões contemporâneas.

Figura 4 – Periodização da epistemologia do século XX



Fonte: Aduriz- Bravo (2001).

A figura 4 apresenta esse panorama e em seguida discutimos cada uma das três escolas considerando o limite temporal proposto pelo autor.

1.5.1.1 Positivismo lógico e concepção herdada (1925 a 1965)

Nessa primeira escola epistemológica fica implícito a influência do positivismo lógico desde a sua constituição até a decadência, esse período tem uma expressão forte do aspecto metodológico da Ciência (RIBEIRO, 2014).

Este primeiro período é importante, pois serve de modelo teórico para a compreensão de ideias sobre a natureza da Ciência. Foi nesse contexto que se formalizou a primeira imagem popular da Ciência. Diante disso, é imprescindível que ao se iniciar uma abordagem dentro da epistemologia seja feito um estudo

aprofundado dentro dessa concepção e formação de um movimento que tanto influenciou/influencia a Ciência (ADURIZ-BRAVO, 2001).

Pensar a forma como a Ciência, a formação de professores e vislumbrar um novo campo para avanço na Ciência requer conhecer os passos que já foram dados, corrigir aquilo que parece ultrapassado, mas antes de tudo, reconhecer aquilo que já foi feito, para assim avaliar estes aspectos de forma crítica. Neste sentido, conhecer a primeira escola, implica em identificar aquilo que foi repassado e perpetua-se atualmente, o que pode ser observado diretamente na formação de professores.

1.5.1.2 Racionalismo crítico e a nova filosofia da ciência (1935 a 1985)

Nessa descrição, Adúriz-Bravo (2001), concentra fatos com um recorte temporal que implica as primeiras críticas à concepção logico-positivista e a busca de uma nova filosofia, pós-guerra. A grande contribuição dessa escola está na abordagem de novas questões teóricas que outras escolas haviam deixado de lado. Neste aspecto, a fundamentação epistemológica da didática da ciência vem principalmente do segundo período (ADÚRIZ-BRAVO, 2001). Há de se ressaltar modelos com uma roupagem revolucionária, com propostas de mudança no cenário científico, assim como, falsificacionismo proposto por Popper, influencia o modo como a organização curricular foi realizada em alguns países influenciando na formação e prática de professores de Ciências (ABIMBOLA, 1983; IZQUIERDO, 1990A; KOULAUDIS E OGBORNE, 1995).

Neste sentido, sobre Karl Raimund Popper (1902-1994), é importante destacar sua origem, considerando que ele nasceu em Viena na Áustria e morreu em Londres. Foi um dos filósofos de maior destaque no século XX, suas principais contribuições foram na área de Filosofia da Ciência. Popper estudou na Universidade de Viena e teve uma ampla formação nas ciências exatas (Física e Matemática) e em Filosofia, principalmente na perspectiva empirista. Teve contato com vários membros do Círculo de Viena, contudo, nunca chegou a participar de reuniões. O pensador foi até citado como uma referência que poderia auxiliar o grupo nas questões relacionadas ao

projeto de unificação da Ciência, contudo Popper se manteve distante e traçou críticas ao Círculo (GOMES, 2011).

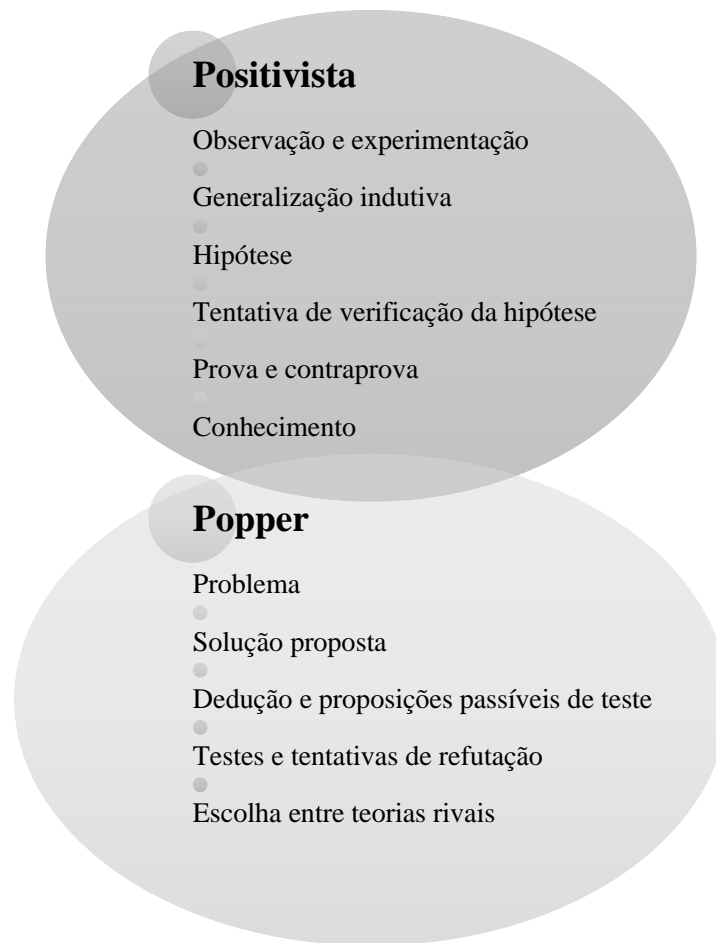
De acordo Aranha (1998), Popper defendia a ideia de que "o cientista devia estar mais preocupado não com a explicação e justificação da sua teoria, mas com o levantamento de possíveis teorias que a refuta" (ARANHA, 1998, p. 163). Diante disso, o fator que garantiria verdade, dentro de um discurso científico seria a possibilidade de refutação, e isso possibilitaria a consolidação ou não de uma ideia.

Os pensamentos do positivismo comtiano e do Neopositivismo sustentam o argumento de que é possível fazer uma investigação acerca da realidade social, utilizando o empirismo como subsídio. Diante disso, a experiência sensível sobre o mundo seria suficiente para a formulação de teorias científico-sociais.

Diante de tantos outros argumentos suscitados pelos programas filosóficos, o positivismo se apresentou em uma demarcação temporal e que apesar de parecer pouco adequado afirmar que ele prevaleça nos dias de hoje, é inegável que ele influencie o modelo de ciência. Sua proposta de investigação científica exerceu influência tanto nas ciências humanas quanto nas exatas (SILVINO, 2012; MAGEE, 1973).

A figura 5, a seguir, elucida alguns aspectos de dessemelhanças com relação ao método científico, na concepção positivista e popperiana, respectivamente.

Figura 5 - Concepção positivista (indutiva) versus concepção popperiana (dedutiva)



Fonte: autor com base em Silvino (2012) e Magee (1973).

Popper traz pensamentos distintos daquilo que vigorava enquanto método positivista, abandonando a ideia de indução e passando a defender a dedução. O positivismo apresenta a noção de uma Ciência pronta e irrevogável, enquanto Popper argumenta a favor da testabilidade das teorias a fim de dar margem para a evolução das teorias. A identificação de erros em determinada teoria viabiliza o aprimoramento e guia Ciência rumo ao progresso (SILVINO, 2012).

Popper traz ainda a ideia de um método que esteja à disposição da solução de problemas, que contribua para o bem-estar pertinentes ao social. Diante dessas premissas, Popper propõe a falseabilidade como novo critério de demarcação científica. O conhecimento para Popper, tem uma natureza provisória, pois não existe a possibilidade de demonstrar que aquele conhecimento é verdadeiro, mas ele pode ser confrontado com outras evidências podendo ser revelado com incoerências. Por

isso, a Ciência demonstra esse caráter evolutivo de ajuste e aprimoramento a partir da dinâmica de submissão a hipóteses refutáveis, nesse processo de negação e aceitação as teorias são construídas (SILVINO, 2012).

Segundo Aranha (1993), Popper defende o ponto de vista de que o cientista deve estar mais empenhado não em dar explicações e justificativas da sua teoria, mas com a catalogação de outras possibilidades teóricas que possam refutar a sua. A racionalidade defendida por Popper sugere ideais que exaltam a crítica no processo de corroboração de leis e teorias para explicação de fenômenos. Diante disso, o que dá garantia da verdade ao discurso científico são as condições de irrefutabilidade. Somente uma teoria consistente pode passar pelo crivo da refutação, sendo esse o principal parâmetro no discurso de Popper.

Popper vai tecer uma crítica à psicanálise e ao marxismo, pois as dimensões teóricas são restritas às elucidações de seus criadores e não dão margem para a refutabilidade (ARANHA, 1993).

1.5.1.3 Pós-modernismo e visões contemporâneas

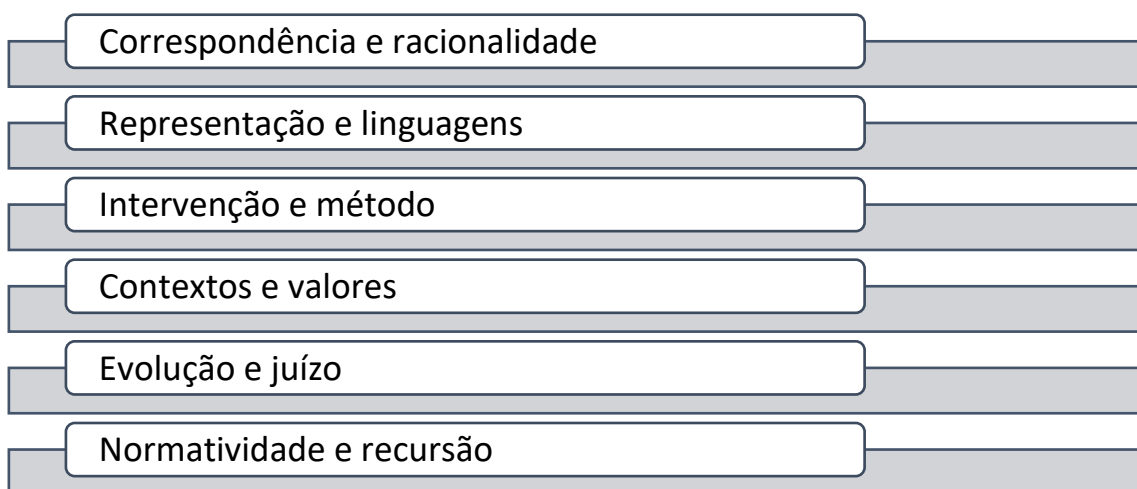
Essa terceira época é marcada pela obra de Paul Feyerabend (1975), e muito de sua filosofia está presente na forma como a epistemologia se estrutura. É evidente a influência da Sociologia da Ciência e dos estudos sociais como aportes estruturais para essa nova escola (RIBEIRO, 2014)

Percebe-se uma mudança drástica entre os estudos aqui realizados e aquilo que é considerado clássico dentro das outras escolas. Assim, tópicos como: realidade e predicação ou o problema da reconstrução racional do conhecimento científico são abordados numa perspectiva semântica. As visões estabelecidas por essa escola são valiosas devido ao fato de fazer relação com as metaciências, a antropologia e a própria pedagogia (ADURIZ-BRAVO, 2001).

1.5.2 Campos Estruturantes da Epistemologia

Na tese defendida por Ribeiro (2014) ao fazer uma leitura de Adúriz-Bravo (2001), considerando a organização de campos estruturantes para uma compreensão simplificada de aspectos da epistemologia que auxiliam no processo na educação científica, a figura 6 a seguir, ilustra de forma clara proposições importantes no que concerne à discussão de núcleos de saberes epistemológicos dentro de 6 campos estruturantes.

Figura 6 – Campos estruturantes da epistemologia



Fonte: Autor com base em Adúriz-Bravo (2001, p. 106) (tradução nossa).

Segundo Ribeiro (2014), no campo correspondência e racionalidade, podemos perceber uma relação direta com a filosofia clássica e com aspectos ligados ao positivismo lógico, apresentando assim, características da ideologia fisicalista. Nesse sentido,

Os campos *correspondência* e *racionalidade* formam o núcleo da epistemologia clássica, analisam a ciência como produto, numa perspectiva sintática, justificacionista e centrada na linguagem, na lógica e na explicação teórica, na busca da teoria pura, neutra, universal e desenraizada da práxis, normalmente problematizada entre os polos: positivismo/realismo, objetivismo/relativismo (RIBEIRO, 2014, p. 141).

O campo **linguagem e representação**, incide sobre a forma como a ciência é expressa e modelada considerando a necessidade de um ensino que satisfaça a materialização de conceitos abstratos.

Intervenção e método, também é um foco da epistemologia clássica, que centrou atenção no método universal. Para Ribeiro (2014, p. 144)

O método científico tem sido posto no sentido da possibilidade de algoritmização, centrado na ciência como produto. O enfoque metodológico guarda relação com o campo de correspondência e racionalidade, ou seja, com compromissos metafísicos explícitos ou implícitos. As posições dividem-se entre um viés positivista que crê em um método universalmente válido para toda a ciência e um pluralismo que sustenta que cada ciência, em sua especificidade, cria seu método próprio. Na contemporaneidade, tem-se recuperado uma visão mais unificada do método científico, tendo como elemento central a abdução científica como processo de modelização. Atualmente tem-se alterado a perspectiva metodológica para uma perspectiva praxeológica, focada na atividade transformadora e interventiva da ciência (ECHEVERRÍA, 1995, 2003), reduzindo-se fronteiras entre a ciência e tecnologia.

Contextos e valores são campos que segundo Ribeiro (2014) estão naturalmente vinculados entre si sustentando a atividade científica. Em relação aos contextos tem sido pensando entre os contextos de justificativa e descoberta, tendo este último certo desprestígio. Atualmente, com a contribuição de Echeverria (1995) os contextos de aplicação e educação têm sido adicionados ao campo científico. No caso da Química, uma ciência real, segundo Ribeiro (2014) o contexto de descoberta, aplicação e educação são importantes para a compreensão. O positivismo lógico dá atenção exclusiva ao contexto de justificativa.

Evolução e juízo:

No início, o foco da epistemologia foi pouco a evolução das disciplinas e propôs uma visão simplificada na noção de cumulatividade. A nova filosofia da ciência questiona essa noção e propõe visões revolucionistas e evolucionistas (RIBEIRO, 2014, p.145).

A discussão do último campo, Normatividade e recursão tem relação com a reflexão que a própria epistemologia faz sobre si própria. O problema central é o da normatividade, é uma mensuração da forma como os modelos da epistemologia

podem ou pelo menos orientam a forma como devem ser elaboradas intervenções dentro da prática científica (RIBEIRO, 2014).

É preciso considerar que os campos estruturantes apresentados sinalizam uma perspectiva interessante para os professores de Ciências, no que concerne ao planejamento didático das atividades de ensino mais específicas, dentro da área. A análise dos campos permite uma formação epistemológica ao professor, com objetivo de adequar o processo de transposição no ensino (ADÚRIZ-BRAVO, 2001).

Ribeiro (2014), ao descrever os 6 campos estruturantes traz uma questão importante que se sobressai nesta discussão, e que dialoga com os objetivos deste tópico.

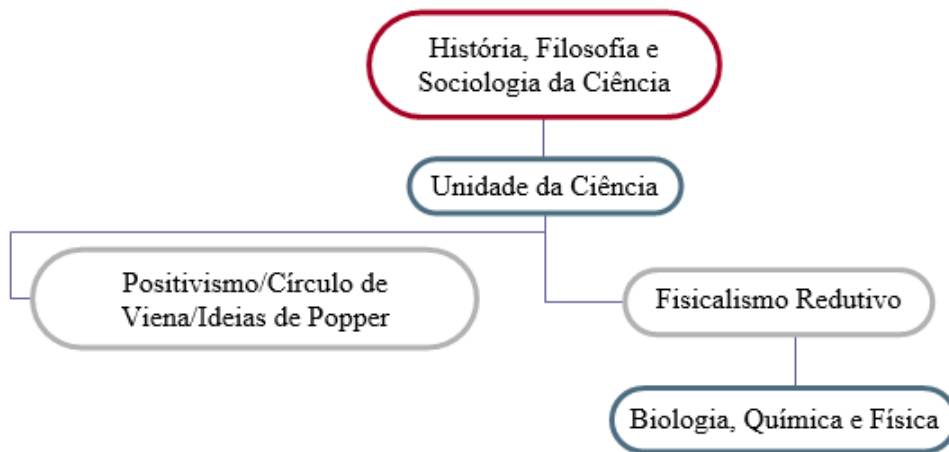
Os modelos epistemológicos gerados até então têm tido a física como exemplo de disciplina, buscando um equilíbrio entre rigidez e simplicidade. Esse procedimento tem gerado modelos racionalistas ao extremo, que excluem boa parte da ciência produzida. Normalmente, esse campo tem se dividido entre um monismo científico que aposta na supremacia de um modelo explicativo de uma ciência e um pluralismo que aposta em variados e irreduzíveis modelos. Inicialmente, a física ofereceu modelo nem só para todas as ciências, mas também para todo saber (RIBEIRO, 2014, p. 145).

Ademais, fica evidente a relação de uma ideologia fisicalista que compreende uma base dentro do ensino de ciências, e aqui podemos considerar elementos de sua influência na Didática da Química, a forma como ela tem sido pensada e organizada a nível curricular.

1.6 O fisicalismo reduutivo nas ciências naturais

Diante daquilo que foi exposto até aqui, construímos a Figura 7, que apresenta uma síntese que auxilia na compreensão das origens do fisicalismo reduutivo a partir da ideia de unidade da ciência, que é um problema fundante. Nesse sentido, o fisicalismo é apenas uma forma de pensar a unidade da ciência.

Figura 7 – Origens do fisicalismo reduutivo



Fonte: Autor.

A Unidade da Ciência nasce da História, Filosofia e Sociologia da Ciência e reverbera em várias questões, dentre elas, o fisicalismo redutivo, que influenciou/influencia as Ciências Naturais de forma muito evidente. Detalharemos a seguir a atual condição dessa discussão em cada uma dessas áreas, além de trazer algumas reflexões acerca do ensino.

1.6.1 O fisicalismo redutivo na Biologia

Os estudos relacionados à filosofia da Biologia eram vistos como uma subárea da filosofia da Ciência e só se tornaram relativamente autônomas nas últimas décadas do século XX. Na agenda de problemas dessa área consolidada, o fisicalismo redutivo está presente de forma muito evidente e foi debatida de forma que a discussão dessa questão influenciou a constituição da Biologia enquanto Ciência (ABRANTES, 2018).

Flack e Del Pino (2016) esclarecem que a Biologia é um tipo de ciência que se diferencia das demais, principalmente no que concerne a seu objeto de estudo, sua história, seus métodos e sua filosofia. Sobre as implicações do fisicalismo redutivo na Ciência/Biologia, destacamos que

Ao olharmos retrospectivamente para a história da ciência, é possível perceber que ela incorporou muitos aspectos fisicalistas. Isso porque a física durante muito tempo serviu de modelo para o que se pensasse

sobre ciência devido à grande influência de pensadores como Descartes e Newton (FLACK; DEL PINO, 2016, p 239).

A questão do método científico incorporou nas ciências, inclusive na Biologia, aspectos concernentes a uma filosofia reducionista, mas que foram sendo alinhadas à medida que as disciplinas foram se estruturando e tornando a sua filosofia de base mais sólida. No que tange ao reducionismo, o principal nome que representa essa questão é o biólogo e filósofo da biologia, Ernst Mayr. Mayr (2005) vai discutir em seu livro “Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica”, vários argumentos que auxiliam nos debates em favor da consolidação da biologia. E toda essa abordagem influenciou a constituição da Biologia enquanto Ciência.

Importante destacar que os primeiros livros de introdução à Filosofia da Biologia surgiram na década 70, e esse fato expressa um bom indicativo de que se trata de uma área que está se delimitando. Outro fato que merece atenção é que nessa mesma época, foi publicada uma coletânea de Francisco José Ayala e Theodosius Grigorievich Dobzhansky, em 1974. Os trabalhos reunidos nesta publicação foram desenvolvidos por filósofos, biólogos e psicólogos, além de vários outros especialistas, e esses estudos foram apresentados em um congresso que tinha como ênfase a temática do reducionismo (ABRANTES, 2018).

Na contemporaneidade, na Biologia, essa temática já não é mais uma questão em aberto na agenda da Filosofia da Biologia, pois a consolidação desta proporcionou sólidos argumentos em defesa de sua autonomia. Em contrapartida, algumas alegações ainda estabelecem uma proposição reducionista, mas que não coloca em questão a autonomia da área. Como por exemplo, “certo grau de reducionismo na compreensão da Biologia pode ser justificado quando se trata da Biologia moderna, visto que a nível molecular muitos processos podem ser compreendidos em termos físico-químicos” (FLACH e DEL PINO, 2016, p.241). O argumento evidenciado pelos autores tem um respaldo teórico que não dá margem para uma discussão de cunho filosófico e em defesa dos princípios de autonomia da Biologia, pois já existe um consenso acerca disso na comunidade científica.

1.6.2 O fisicalismo reduutivo na Química

Na agenda da Filosofia da Química, o fisicalismo reduutivo ainda é uma questão em aberto, proporcionando várias discussões no âmbito da filosofia e na área de Educação Química (LABARCA, 2005). Lemes e Porto (2013) ao fazerem um levantamento sobre os principais temas na área de Filosofia da Química vão apontar o reducionismo como um deles. Lombardi e Perez (2010), sobre esse assunto, argumentam que a química se desenvolveu ao longo da história de forma independente contudo com o grande sucesso da teoria quântica a discussão de que a Química poderia ser reduzida a Física evidenciou um cenário de inquietações acerca da autonomia dessa Ciência.

Apesar de já existirem alguns filósofos que se debruçam em defender a autonomia e de buscar argumentos para consolidar essa inquietação, a discussão permanece em aberto na agenda da área. Mas, é importante salientar que apesar de existir essa discussão, a Filosofia da Química tem se consolidado a passos lentos, mas conquistando um espaço de independência, que ousamos afirmar, era antes fragilizado devido a inexistência de uma preocupação com essa área.

Diante dessas abordagens relacionadas ao Ensino de Química, Lemes e Porto (2013) vão apontar que a questão do reducionismo tem como impacto “a ênfase nas quantificações, cálculos e aplicação de algoritmos, em detrimento de aspectos qualitativos, relacionais e classificatórios que são essenciais no conhecimento químico” (LEMES e PORTO, p.2, 2011). Os autores reforçam ainda o argumento de que uma possibilidade para melhorias no Ensino de Química poderia se dar a partir da introdução de elementos sólidos da sua filosofia nos cursos de formação de professores, considerando a importância de fundamentos dessa natureza como fenda para questionar ideias estruturantes da Química.

1.6.3 O fisicalismo reduutivo na Física

Na Física, a questão do reducionismo não é desenvolvida da mesma forma como nas outras Ciências, considerando que é um problema que põe em risco a autonomia de outras áreas. Num estudo feito por Zylbersztajn (2003), o autor aponta

a opinião da comunidade brasileira de Física, e diante dos resultados apurados na pesquisa, as falas registradas revelam um estranhamento em relação ao assunto e assumem uma contrapartida que versa sobre a discussão da unificação da Ciência como um ponto positivo, principalmente nas questões referentes ao Ensino de Ciências.

1.7 A (des)unidade da Química e sua difícil posição na classificação das Ciências

Qual a unidade da Química? E qual sua posição na classificação dos saberes? Estas perguntas, mesmo que de forma tácita, implícita, são feitas cotidianamente por professores e pesquisadores. Faremos aqui uma breve análise a partir do trabalho de Bensaude-Vincent (1993).

A Química já conquistou o status de Ciência acadêmica, isso no contexto do iluminismo, e conseguiu grande prestígio intelectual e social no século XIX (BENSAUDE-VINCENT, 1992, 1993). Contudo existem muitas questões em aberto, principalmente sobre o status da Química, sobre a classificação do saber químico. Diante disso, Ribeiro et al (2016) afirmam:

A Química tem um status epistemológico indefinido. Isso é bem evidente na pluralidade de imagens e caracterizações que os filósofos da química dão à química. Entendemos que esse fator tem um efeito perverso na inteligibilidade e compreensibilidade da química. Isso afeta diretamente o ensino de química, principalmente os princípios de seletividade e organização de conteúdos (RIBEIRO, 2016, p. 7).

A pluralidade de imagens da Química nos apontou a necessidade de discutir alguns aspectos sobre a classificação dos seus saberes. Em decorrência disso, Bernadette Bensaude-Vincent, que é uma importante historiadora da Ciência, descreve em um de seus trabalhos (BENSAUDE-VINCENT, 1993), que, mesmo diante de tantos avanços e expressões do conhecimento químico presentes ao longo da história, existem problemas no que concernem a classificação dos seus saberes.

Considerando as manifestações concretas dos saberes químicos do século supracitado, estaria aí a legitimação da Química, que já estava difundida por toda a

Europa, isso a partir de revistas, livros e da própria Química aplicada. Além disso, a sua importância era demonstrada durante guerras e revoluções pela exploração dos químicos franceses (BENSAUDE-VINCENT, 1993).

G.F Venel tinha por ambição a separação da Filosofia da Química como uma área da Filosofia da Ciência, enquanto isso, para Comte sua grande contribuição seria a de adotar uma perspectiva filosófica sobre a Química, considerando a sua relação com outras ciências. Essa confrontação de ideias seria uma tentativa de classificar os saberes químicos em 80 anos marcados pela revolução científica.

Os dois autores vão buscar esclarecer que a adoção de uma perspectiva filosófica sobre a Química, é o mesmo que considerar suas relações com outras ciências. A discussão dos dois textos é uma tentativa de classificação do saber químico diante de um contexto marcado por uma revolução Química. Apresentamos no quadro 1, abaixo as principais características traçadas por Bernadette Bensaude-Vincent da expressão da classificação dos saberes químicos.

Quadro 1 - Classificação dos saberes químicos: Gabriel-François Venel versus Auguste Comte

Gabriel-François Venel (Chymie - 1753)	Auguste Comte (Curso de filosofia positiva - 1835)
<ul style="list-style-type: none"> ● Apresentação do “lado filosófico” da química, tratando seu método, doutrina, alcance de seu objeto e sua relação com outras ciências físicas; ● Promoção da dignidade enciclopédica da química; ● Oposição a uma química reduzida à física Venel procura promover a química rival e não servil a física mecanicista; ● Reivindica a legitimidade de uma ciência não matemática, uma epistemologia do qualitativo; ● Oposição ao fetichismo da métrica a um vibrante elogio do empirismo; 	<ul style="list-style-type: none"> ● Exploração do caráter filosófico dos cursos de química; ● A química como erudição e não como ciência racional; ● Considera a química como ciência abstrata e por isso a o direito de figurar dentro das reflexões do curso de filosofia positiva; ● Preocupação com a preservação da originalidade (cada ciência é dependente do que lhe precede na hierarquia do saber); ● A classificação das ciências modela a química, a comprime e desenha seu interesse; ● O olhar filosófico sobre a química estaria subentendido pelo desejo de

<ul style="list-style-type: none"> ● Preocupação com a preservação da originalidade (autonomia da química); ● A química de G.F. Venel era uma ciência bem-feita, unitária sofrendo de má reputação social e de tentativas de anexação por parte dos físicos. 	<p>normatizar, talvez corrigir o crescimento selvagem dessa ciência;</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Comte olha para a matematização da química como uma aberração, mas admite que o químico precisa do mínimo de uma base matemática. ● A análise e a síntese são próprias da Química; ● A química de Auguste Comte é uma justaposição disparate das teorias parciais e imperfeitas sobre o domínio dos físicos.
--	---

Fonte: Autor com base em Bensaude-Vincent (1993).

Bensaude-Vincent (1993) finaliza a sua análise colocando em evidência que os dois textos abordam, de forma muito clara, a distinção entre crise e normalidade, e que a Química sempre aparece como uma Ciência em crise, em busca de sua identidade. Mesmo hoje, com estudos mais concretos e com a popularização desta Ciência, há um estado de alerta eminentemente real e as comunidades buscam salvar uma identidade da Química através de relações com outras disciplinas.

Além disso, a confrontação das ideias permite afirmar que o status filosófico da Química ainda se mantém problemático no século XIX, parece uma situação crítica, afirma a historiadora.

Venel defendia a autonomia da Química em relação à Física e considerava que a Química obedecia aos resultados quantitativos, porém, não era o critério determinante que deveria generalizar a Ciência e está enraizada diretamente na sua definição. Os aspectos qualitativos da matéria também precisavam ser levados em consideração. Na Ciência o rigor entre as medidas não deveria ser descartado, considerando que o profissional da Química era conhecido pelo seu rigor na técnica (MOCELLIN, 2012).

Ainda sob a perspectiva de Venel, Mocellin (2012) aponta que além de reivindicar aspectos particulares da Química, o artigo “Chymie” elenca aspectos importantes da classificação da Ciência Química, neste sentido:

O objetivo de Venel era apresentar a química como racionalmente qualitativa, que tornava inseparáveis a ciência das técnicas operacionais. Ao valorizar o trabalho e os hábitos dos químicos, Venel

reivindicava uma singularidade para a química junto aos meios intelectuais partindo de uma análise do comportamento de seus praticantes, deslocando a discussão sobre como tornar um saber eminentemente empírico em uma verdadeira ciência. O fundamento epistêmico das práticas químicas seria conhecido na medida em que compreendêssemos as operações envolvidas, os princípios e os instrumentos que estavam agindo (MOCELLIN, 2012, p. 740 a partir de Venel, 1967 [1753]).

A Química permanece com um *status* ainda problemático, porém com uma intenção de validação, sendo assim, ampliar a discussão sobre essa problemática viabiliza a materialização de um campo com limites definidos.

Com o objetivo de finalizar este primeiro capítulo e, ao confrontar dois textos significativos dentro da HC, Bensaude-Vincent (1993)¹ busca responder “em qual medida é possível medir o lugar e o status da Química na classificação do saber?”. Este problema foi posto por G.F Venel, vale esclarecer que G.F Venel era químico e médico, Auguste Comte era mais matemático.

¹ BENSAUDE-VINCENT, B. La chimie: un statut toujours problématique dans la classification du savoir. *Revue de synthèse*, 115(1), 135-148, 1994.

CAPÍTULO II O FISCALISMO REDUTIVO NA HISTÓRIA E FILOSOFIA DA QUÍMICA

O capítulo I trouxe um cenário que possibilitou um desenho panorâmico sobre os ideais que permeiam o debate sobre o reducionismo no âmbito das Ciências Naturais. Suas origens estão atreladas diretamente aos ideais do Ciclo de Viena, quando discutem a Ciência numa perspectiva de unificação, em que a Física ganha uma posição de notoriedade que é atribuída ao seu progresso enquanto Ciência. Nessa perspectiva a Física Quântica e o programa da Química Teórica, ganha espaço e visibilidade em várias discussões no campo de desenvolvimento filosófico, industrial e tecnológico.

Diante disso, no âmbito da Filosofia da Ciência, a autonomia da Química e da Biologia são colocadas em questão, considerando o argumento de que a Física poderia sustentar as bases de cada uma dessas áreas. Os estudos em Biologia, ao concentrar esforços para consolidar a sua filosofia como um espaço de debate dessa questão, traz hoje, na agenda de problemas em destaque, o ideal de uma Ciência autônoma e com campo de problema definido. Contudo, a Química, por ter uma filosofia ainda em consolidação, permanece com esse problema em aberto.

No presente capítulo, buscamos situar o problema do fiscalismo no âmbito da Filosofia da Química, além de elencar argumentos e conceitos associados diretamente com essa questão.

2.1 Filosofia da Química: Nasce um novo campo disciplinar

O século XX foi marcado por diversos avanços nos estudos em Filosofia da Ciência e, nesse ponto, é imprescindível destacarmos a ramificação de vários estudos voltados para problemas filosóficos recorrentes das especificidades de cada disciplina. A filosofia da Física, da Biologia, da Matemática, da lógica, das ciências cognitivas e das ciências sociais são exemplos importantes dessa ascensão particular dentro da filosofia geral das ciências (LOMBARDI; ROSA-PÉREZ, 2010). Diante disso, a Química, apesar de ter uma longa história, que dimensiona questões desde a alquímia

até as influências consideráveis no processo de industrialização, se mantém fora dessa lista.

Não há um consenso sobre o nascimento da Filosofia da Química, mas destacamos aqui duas posições adequadas e com justificativas plausíveis. O primeiro a sugerir uma possível data é o Van Brakel (1999), que considera o ano de 1994 como sendo um marco para o surgimento da área. O autor declara que a realização da conferência internacional de Filosofia da Química, ocorrida em Londres, é um fato que merece notoriedade. Já Labarca, Bejarano e Eichler (2013), apontam o ano de 1997 na categoria temporal de expressão da área. Segundo os autores, no ano citado, foi lançado um número especial da revista *Synthese*, renomada revista de Filosofia das Ciências, edição a qual foi dedicada a Filosofia da Química.

Pela data mencionada acima, vale discutir o porquê a Filosofia da Química foi negligenciada por tanto tempo, considerando que se trata de uma Ciência antiga. Nesse sentido, autores como Bensaude-Vincent (2010), Schummer (2006), Scerri (2007) e Van Brakel (1999) consideram que a Filosofia da Ciência desprezou o conhecimento químico, sua natureza e a forma particular como explicava os fenômenos naturais. Em uma de suas pesquisas Ribeiro (2014) faz um levantamento dos fatores que explicam esse negligenciamento e elenca razões que justificam essa discussão. A tabela 1, a seguir, resume os resultados dessa investigação.

Tabela 1 - Fatores que levaram ao negligenciamento da Química no contexto filosófico

Fatores	Razões
Tecnologia	Proximidade com a tecnologia (VAN BRAKEL, 1999; SCHUMMER, 2006)
Pragmatismo	Raízes históricas no pragmatismo e o desinteresse por questões metafísicas (VAN BRAKEL, 1999)
Reduccionismo	Redução a física e o positivismo lógico – Um dos principais fatores
Questão fundacional	Ausência de uma questão filosófica fundadora (VAN BRAKEL, 1999)
Teoria científica	Nenhuma teoria científica de relevo (teoria da evolução ou teoria da gravitação) (VAN BRAKEL, 1999)
Curriculo da filosofia e filosofia da ciência	Influência da mecânica na disciplinarização da filosofia (SCHUMMER, 2006)
Legado kantiano	Legado kantiano ao caracterizar a química como ciência não própria (SCHUMMER, 2006)
	Influência da física na profissionalização da filosofia da ciência (SCHUMMER, 2006)
Metodologia	Pluralidade metodológica e não usar o método hipotético-dedutivo (GOOD, 1999)
Anti-realismo	Posição antirrealista de doutrinas como o positivismo lógico, instrumentalismo, empirismo estrito (GOOD, 1999)
Atomismo	Contexto histórico conflituoso do atomismo desde a antiguidade até o século XX (GOOD, 1999)
Imagem da química	Imagem manifesta (quimiofobia) e imagem científica (reduccionismo) (CARDOSO, 2000)

Fonte: RIBEIRO, 2014, p. 72.

Outro aspecto que subsidia esse negligenciamento é a relação estreita entre a Química e a tecnologia, sendo esse argumento associado às raízes históricas dessa Ciência (SILVA, et al. 2018). A Filosofia da Ciência hegemônica não compreendia o viés acadêmico da Química, esta era vista como uma Ciência de aplicação apenas industrial. Diante disso, o argumento de que haveria uma escassa predisposição de que a Ciência Química construa teorias e modelos universais que são tão valorizados pela Filosofia da Ciência (SCHUMMER, 2006; VAN BRAKEL, 1999).

A Filosofia da Química nasce como uma ramificação da Filosofia da Ciência, que se tornou insuficiente para pensar problemas que contemplassem todas as especificidades de cada Ciência (LOMBARDI; LABARCA, 2007). Por muito tempo os problemas da Química estiveram ligados a uma Filosofia geral, da Ciência, contudo, existiram ainda filósofos que enquadraram a Química como uma Ciência derivada da Física e que então poderia ter por base uma Filosofia da Física, que já estava desenvolvida.

A busca pela independência, pela autonomia e o enfrentamento de resistência na conformação de uma agenda sólida reafirma a jovialidade de uma Ciência que tem buscado subsídios filosóficos para se estruturar há pouco tempo (EICHLER, 2019). Se compararmos o pensamento sobre a Física e o juízo sobre a Química, facilmente podemos evidenciar que há um enorme contraste, a Física sempre esteve muito à frente, “o pensar sobre a Química é novo” (EICHLER, 2019, p. 129).

Chamizo (2010), em um dos seus trabalhos, vai indagar se há um contraste entre o desenvolvimento da História da Química e da Filosofia da Química enquanto subdisciplina que compõe o campo disciplinar da área. O autor considera os avanços em termos de elementos historiográficos da Química, e destaca que isso não acontece com a Filosofia da Química, sendo à própria, vinculada a problemas gerais da Filosofia da Ciência.

A Filosofia da Química aparece associada à sua história, contudo apresenta uma literatura nova, mas que tem auxiliado na determinação de uma identidade mais sólida da Química (CHAMIZO, 2010). A nível de Brasil, destacamos que a Filosofia da Química demonstra os primeiros sinais de investigação a partir da publicação de 3 importantes livros: “Filosofia da Química no Brasil” de Góis e Ribeiro (2019), “Filosofia da Química: estrutura, história e contribuições formativas” de Ribeiro (2021) e mais recentemente o livro “Ensaio de História e Filosofia da Química” de Zaterka e Mocellin (2022).

Apesar de ser uma recente área da Filosofia da Ciência, temos alguns indicadores que possibilitam inferir na “maturidade” do campo. No que se refere aos periódicos que tratam especificamente sobre isso, destacamos os dois principais, sendo o *International Journal for Philosophy of Chemistry* (HYLE) que surgiu em 1995 e depois de quatro anos, em 1999, foi publicada a primeira edição do *Foundations of Chemistry*. Freire (2017), em sua tese de doutorado definiu bem os objetivos traçados pelas investigações elencadas nesses meios.

O jornal HYLE investiga a química por uma vertente mais prática, tendo investigado principalmente a centralidade dos modelos, a ética em química e as práticas da nanotecnologia e da biotecnologia. O jornal *Foundations of Chemistry*, por sua vez, tem uma vertente mais analítica, tendo investigado principalmente o problema do

reducionismo, a ontologia e as explicações em química, notadamente, a tabela periódica (FREIRE, 2017, p. 32).

Além dessas revistas, outros marcos também podem ser considerados, dentre eles, a ampliação na realização de eventos especializados, a consolidação de uma agenda programática de pesquisa, uma linguagem própria, a criação de grupos de pesquisa na área, dentre outros.

2.2 O fisicalismo no centro da agenda de problemas da Filosofia da Química

O conhecimento Químico, em termos de organização de saberes, na literatura, foi ganhando notoriedade quando químicos começaram a se debruçar sobre questões relacionadas à natureza do conhecimento dessa disciplina. Sendo assim, vários pensadores levantaram hipóteses e argumentaram sobre lacunas, necessidades e abordagens que poderiam auxiliar na construção de uma agenda consolidada para se pensar questões concernentes à Química (SCHUMMER, 2006; VAN BRAKEL, 1999; CHAMIZO, 2010; LOMBARDI; LABARCA, 2007). Químicos (filósofos da Química), pensaram a Filosofia dessa disciplina científica, e construíram uma agenda de base que é desmembrada em vários problemas. Nesse sentido, conforme apresentado no Quadro 2, a seguir, estão algumas das principais questões discutidas na área.

Quadro 2 – Principais problemas da Filosofia da Química

PROBLEMAS	PROBLEMAS ASSOCIADOS
Ontologia química	Tipos naturais, referenciação, sistema de classificação, propriedades materiais e organizações das redes de relações, periodicidade (Schummer, 2006; Harré, 2005)
Conceituação e representação	Linguagem icônica e diagramática; modelos; à explicação estrutural; dualidade e circularidade dos conceitos. (Schummer, 2006; Goodwin, 2003, 2008, 2010).
Questões fundacionais	Axiomatização da tabela periódica; teoria dos grupos; simetria e topologia (Schummer, 2006; Earley, 2004, 2006a, 2011)
Relação com a física e com a biologia	Reducionismo/emergentismo/pluralismo; autonomia da química; ciência de serviço.

Fonte: Ribeiro (2014) e Kavalek et al. (2015) com base em Schummer (2006).

O quadro apresentado acima ilustra um cenário de pesquisa exigente, que vai se ampliando à medida que as pesquisas no âmbito da Filosofia da Química vão acontecendo. Por ser uma ramificação recente da Filosofia da Ciência, a Filosofia da

Química traz uma literatura em consolidação, mas que encontra espaço de discussão em meio à literatura produzida ao longo dos anos e é o reflexo das necessidades da academia.

Ribeiro (2014) aponta o ramo da Filosofia da Química como sendo indispensável nas construções acerca do debate sobre reducionismo. E nesse espaço, vão surgindo respostas, perguntas, hipóteses e discussões necessárias para o avanço dessa área. Diante do exposto, destacamos o reducionismo como uma abordagem necessária dentro de aspectos concernentes à Química. Buscamos ampliar os seus diversos significados e trazer também algumas definições importantes para a compreensão dessa ideologia, que de forma intrínseca, tangencia as Ciências Naturais e mobiliza estudos dessa natureza.

Chamizo (2010) aponta o reducionismo como o tema mais tratado na literatura da Filosofia da Química e ressalta ainda, a necessidade de grandes avanços em termos de ampliação e universalização do tema. O autor destaca também a importância de discussões no âmbito da Filosofia da Química, considerando-a indispensável na investigação que promove subsídios em defesa da consolidação da autonomia da Química frente à Física.

Diante deste diálogo, é pertinente descrever o contexto pelo qual os ideais de redução começaram a ser debatidos. Nesse sentido, a mecânica quântica permitiu compreender, com exatidão, muitos fenômenos da Química, dentre eles: a reatividade dos elementos, a natureza da valência e a tabela periódica. Apesar da Química já ter explicações para tais fenômenos, a mecânica quântica apresentava agora um novo referencial (LABARCA; LOMBARDI, 2008).

Foi diante do sucesso da teoria que muitos físicos e químicos adeptos à Química Quântica puderam supor que a Química poderia ser completamente reduzida às leis da Física fundamental. Sendo assim, destacamos a figura do Paul Dirac, que foi o principal defensor dos princípios de redução. Suas opiniões foram espalhadas de forma muito rápida, gerando o fortalecimento das opiniões.

Dentre as teorias mais bem sucedidas no contexto da História da Ciência, a mecânica quântica se destaca por sua utilidade e poder de previsão. É importante salientar que, assim como no caso da Biologia, o programa reducionista mostrou

limitações ao tentar interferir no programa de autonomia da Química. Sendo assim, não é consenso o fato de que a Química é um ramo da Física, muito menos uma Ciência secundária.

Concordamos com Labarca e Lombardi (2008) quando afirmam que a Química estuda um reino autônomo de fenômenos, e, sendo assim, ocupa a mesma posição hierárquica que a Física. Os autores apontam ainda a necessidade de químicos e físicos trabalharem juntos, debruçados nos pronunciamentos de filósofos da Química, o que permitiria extrair resultados positivos dessa parceria.

A Filosofia da Ciência do século XX foi dominada por reflexões sobre princípios como o da relatividade e a quântica, a Física teórica ganhou um espaço considerável na agenda de discussão desse campo. Em contraponto a esse crescimento, a Química, mesmo tendo o seu espaço, não teve o desenvolvimento de suas ideias com um acolhimento afável. Mesmo oferecendo uma multiplicidade de modelos que se baseiam não exclusivamente em teoria da Física, mas também em generalizações experimentais (BAIRD; SCERRI; MCINTYRE, 2011).

Sendo assim, o reducionismo sempre vai estar atrelado às ideias de unificação do conhecimento científico, considerando sempre a derivação de princípios de uma Ciência à outra (BARRETO et. al. 2016). O positivismo lógico do início do século XX idealizava a unidade das ciências, as discussões acerca desse tema apontavam em direção a exaltação da Física fundamental em detrimento das outras ciências. Diante de tal cenário as outras disciplinas científicas foram ameaçadas, considerando a hipótese de serem explicadas pela Física. O contexto que configura o reducionismo implica diretamente na Química, sendo que esta foi relegada a uma posição de inferioridade, inclusive sendo colocada como inferior e supostamente derivada da Física Quântica (LABARCA; LOMBARDI, 2008).

Na literatura de base aplicada, os principais livros de Química (RUSSELL, 1994, BROWN et al, 2005, KOTZ; TREICHEL; WEAVER, 2009, CHANG, 2010, ATKINS; JONES, 2011) vão trazer uma definição global de que a Química é a Ciência que estuda a matéria e suas mudanças/transformações. Sem aprofundamento e diante de situações generalistas que envolvam um público leigo no assunto, essa determinação

dos estudos químicos nos parece suficiente, contudo, quando delimitamos um público entramos em um território que nos leva a buscar explicações mais complexas.

Se o público é cientificamente fluente, nos deparamos com o desafio de convencê-los de que a Química não se reduz à mecânica quântica, que de forma implícita, é uma questão da Física (DOLINO, 2018). Tal discussão mobiliza a reflexão de uma atitude muito delicada a ser pensada à luz da Filosofia da Química. O reducionismo se manifesta com implicações diretas na autonomia da Química enquanto Ciência.

Dolino (2018) argumenta que, por muitas vezes a Química aparece nos discursos científicos como um caso especializado da Física, enfatizando que as leis desta regem todas as regras da primeira, e que é a partir desse raciocínio hierárquico que se fundamenta o reducionismo. Contudo, existem vários trabalhos que trazem contribuições substanciais e que levantam argumentos contra a redutibilidade da Química à Física (LOMBARDI; LABARCA, 2005, CHAMIZO, 2010, LOMBARDI; ROSA-PÉREZ, 2010, LOMBARDI, 2013).

Labarca, Bejarano e Eichler (2013), ao fazerem referência ao reducionismo e seu surgimento como problema central na Filosofia da Química, apontando que a crítica ao reducionismo foi um ideal de consenso entre os filósofos da Química, no período que remete ao seu surgimento. De fato, existe no âmbito da Filosofia da Química uma responsabilidade que confere também desafios de produção científica e reunião de argumentos para sustentar com solidez as bases da Química.

Um contraste que evidencia essa problemática aponta o surgimento da mecânica quântica como fator que acentua as discussões reducionistas. Alguns físicos e químicos negam a existência desse debate, contudo, a partir da leitura da atual Filosofia da Química, da construção do conhecimento químico na literatura de base e levando em consideração a composição da Química é imprescindível não discutir a redução da Química à Física. As descrições e detalhamentos de moléculas, realizadas através das leis da mecânica quântica tem explicações que se baseiam inicialmente através de considerações e provas químicas, não ligadas a Física (BAIRD; SCERRI; MCINTYRE, 2011).

Os autores anteriormente citados levam em consideração os esforços dos pensadores da Filosofia da Física, no que tange a postura em prol da defesa da Física e a consolidação da mecânica quântica. Diante de uma dimensão fundamental do conhecimento, eles reconhecem a complexidade das questões essenciais das quais são discutidas. Mas é importante destacar uma postura em defesa da autonomia da Química, considerando que há um espaço próprio para as teorias químicas e para questões fundamentais que devem ser pensadas dentro de um ideal de autonomia, sendo este a Filosofia da Química.

Hendry (2011), em um dos seus trabalhos, vai desenvolver a ideia reducionista sob o argumento de que, caso futuramente, não seja feita uma revisão ontológica da Química, pode se supor que onde quer que haja uma mudança na Física, também haverá na Química, considerando a relação que uma exerce sobre a outra. A relação apresentada pelo autor não supõe que as alterações na Química influenciam na Física, mas somente o contrário seria possível. Reafirmando a submissão tratada na ideologia reducionista apresentada por tantos outros autores.

Ainda segundo o autor citado, ele vai definir o fisicalismo como sendo uma tese que potencializa e eleva a Física enquanto Ciência, além de levantar o argumento de que “os fatos físicos determinam todos os fatos”. Os ideais trazidos por Hendry vão de encontro aos pensamentos fundantes de Olga Pombo, quando aponta a Unidade da Ciência numa perspectiva do conhecimento universal. Diante do processo de pensar a Química, a sua filosofia apresenta uma emergência em pensar a sua identidade, principalmente no discurso de negação à redução à Física (EICHLER, 2019).

De acordo com Baird, Scerri E Mcintyre (2011), até a última década, os historiadores e filósofos da Ciência, tinham uma tendência em adotar visões teóricas amplas e que prezavam pela unificação do conhecimento, em vez de abordagens particularizadas e de maior complexidade. O que pode ser contrastado em relação ao fisicalismo é que abordagem do conhecimento Químico que perde autonomia ao se deparar com uma ideologia que suprime às suas especificidades.

Lombardi e Rosa-Pérez (2010) debatem a respeito desse assunto, e incidem principalmente sobre a estreita relação entre a Química e a Física, em que uma exerce

o papel secundário da outra. Nesse sentido, a Filosofia da Química por muito tempo foi discutida sob a luz (ou a sombra) da filosofia da Física.

A postura fisicalista incide principalmente através das leis gerais da mecânica quântica, que se encerram em uma denominação autossuficiente de explicações da Física em relação a Química. Os fisicalistas configuram o Físico como um agente primário que dá subsídios para as correspondentes explicações da Química.

Apesar da tamanha importância da Química, destacada inclusive pelas outras áreas, seu impacto ainda não alcançou suficientemente os reflexos dentro da filosofia (EICHLER, 2019). Mesmo com um cenário de difícil aceitação, a luta pela autonomia do conhecimento Químico sugere um público preocupado em garantir a construção e fortalecimento de uma base sólida para os estudos sobre a natureza dos saberes da Química (CHAMIZO, 2010).

Eichler (2019) aponta diversos exemplos em que a Química estabelece sua centralidade enquanto área do conhecimento que não busca utilidade apenas para si mesma, mas que compõe um campo fértil para contribuir com as outras Ciências. O autor cita ainda as importantes aplicações químicas em estudos biológicos e da psicologia, considerando as diversas nuances dos processos químicos revelados através do sistema nervoso.

2.2.1 Reduccionismo ontológico e epistemológico

Diante da ideologia reducionista, alguns conceitos como o de reduccionismo ontológico e reduccionismo epistemológico aparecem na tentativa de nortear o problema da relação da Química e a Física. Scerri e McIntyre (1997) defendem que a Química não pode ser reduzida à Física, considerando uma abordagem epistemológica, mas ressaltam que pode haver uma redução ontológica, se de fato houver uma análise aprofundada, sendo considerada por eles que a Química seria nada mais que uma Física aplicada. Em contraste a esses argumentos, Lombardi e Rosa-Pérez (2010) defendem a autonomia ontológica da Química.

Freire (2018) organizou um material que possibilita identificar os principais argumentos em defesa de uma autonomia da Química frente a algumas questões

pertinentes ao reducionismo. Na figura 8, a seguir, são destacados os principais argumentos contra o reducionismo ontológico e epistemológico.

Figura 8 – Respostas a questão da redução epistemológica e ontológica

Argumentos contra o reducionismo epistemológico	Argumentos contra o reducionismo ontológico
<ul style="list-style-type: none"> ▪ O conhecimento completo dos microcomponentes de um sistema não permite conhecer as propriedades do macrosistema, por exemplo, o conhecimento “completo” de um átomo de hidrogênio e outro de oxigênio não nos diz nada sobre as propriedades da água líquida (SCERRI, 1991; CHAMIZO, 2010) ▪ Sistemas químicos possuem propriedades emergentes além das propriedades físicas (VEMULAPALLI; BYERLY, 1999; BUNGE, 1982) ▪ Há um limite intrínseco para que a física possa prever os fenômenos da química, e somente os dados químicos podem indicar qual aproximação mecânico-quântica é válida (BENFEY, 2000). ▪ A química por sua própria natureza envolve explicações muito mais específicas que o caso da física, dada a ampla variedade de substâncias existentes e a grande diversidade de reações (CHAMIZO, 2010) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A interpretação dos termos científicos é contextual, ou seja, depende de cada teoria. Não existe uma única ontologia a qual se refere, em última instância, todo o conhecimento científico (SCERRI, 2000c, LOMBARDI; ROSA-PÉREZ, 2010) ▪ As entidades, propriedades e relações químicas – como orbital ou molécula, ou como quiralidade, ligação química ou estrutura molecular – não necessita remeter a nenhum elemento da física para adquirir legitimidade ontológica (LOMBARDI; LABARCA, 2005), e sua existência objetiva não depende de sua redução ou emergência em relação a entidades e propriedades supostamente mais básicas, senão do fato de serem descritas por uma disciplina como a química, cujo êxito e capacidade de transformação não podem ser postas em dúvida na atualidade (LOMBARDI; ROSA-PÉREZ, 2010)

Fonte: Adaptado de Freire (2018).

Considerando os aspectos do reducionismo discutidos até aqui, nossa posição se assemelha aos argumentos Labarca e Lombardi (2005), quando defendem a autonomia da Química quanto a ambos os aspectos, chegando a acreditar em um pluralismo ontológico. Nessa perspectiva o caráter redutivo assume uma postura que atenta contra aspectos da autonomia do conhecimento químico, considerando que esta é colocada numa posição de subordinação em relação à Física.

Nesse contexto era levada em questão a possibilidade de tornar a Química uma Ciência secundária de caráter puramente fenomenológico e subjacente à Física fundamental.

A autonomia do conhecimento químico é defendida por uma nova geração de químicos e filósofos da Química, que atuam prol a rejeição de uma suposta redução epistemológica da Química a Física. Tendo em vista o fracasso da redução epistemológica, é importante considerar que nem todos os conceitos e leis da Química podem ser derivados da Física. Dentre eles, a noção de quiralidade ou forma molecular, entre outros, que não há a necessidade de um tratamento químico rigoroso (LABARCA E LOMBARDI, 2008).

A redução a nível ontológico é destacada nas discussões da área como sendo inevitável, considerando que quando as entidades químicas são analisadas de forma mais profunda, comprometem muitos conceitos que estão subjugados à Física. Essa dependência que atrela o mundo químico ao mundo físico é apresentada como uma tese em que consideramos não ser importante para esta discussão no momento.

Se a redução ontológica do conhecimento químico não é questionada, as entidades físicas fundamentais tornam-se as únicas entidades "reais" e, diante disso, os conceitos da Química, mesmo os não deriváveis da mecânica quântica tendem a perder o seu caráter referencial.

Segundo Labarca e Lombardi (2008), um núcleo de pensadores têm rejeitado a hierarquia tradicional das Ciências Naturais, colocando em questão um abandono necessário da redução epistemológica e ontológica, considerando assim o seu pluralismo.

2.2.2 Perspectivas Pluralistas na Química

Método, metodologia, estrutura da pesquisa e método científico, são termos comumente utilizados na descrição da identidade de uma Ciência. Nesse sentido, ao se pensar o conhecimento químico, podemos incidir frente a literatura da Filosofia da Ciência e evidenciar uma forte tentativa de demarcação da forma como a concepção do conhecimento químico deve ser realizado, segundo um método (monismo metodológico), uma forma, um único caminho.

O monismo metodológico implica uma postura defendida por uma vertente de filósofos da ciência que concordam com a ideia de que deve haver um caminho perfeito para se chegar a resultados, formulações e teorias que sustentam uma Ciência. É

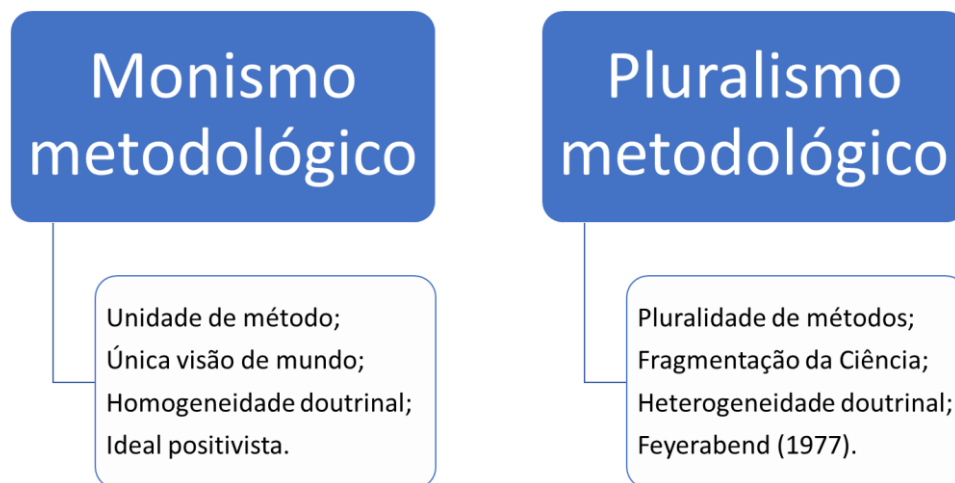
preciso levar em consideração que a adoção de uma visão monista é sustentada pelo argumento de que essa interface garante ou pelo menos minimiza os erros dentro da construção do conhecimento científico (SHUMMER, 2015).

Há de se considerar que os critérios adotados por essa visão de um monismo metodológico não consideram a fragmentação da Ciência, mas é uma tentativa de retornar a ideia original de uma Unidade da Ciência, muitas vezes operando em acordo com o movimento da interdisciplinaridade. Segundo Shummer (2015), a fragmentação da Ciência é um processo inevitável, sendo assim, há de se reconhecer que as subdivisões das ciências vão se estruturando segundo as orientações e tendências de uma determinada época.

Podemos considerar a polissemia dos conceitos dentro da Ciência e assim, por conseguinte, considerar a estrutura de um pluralismo metodológico que delinea e caracteriza cada área do conhecimento. Desse modo, a estrutura pluralista é inevitável por razões epistemológicas, além das diferenças de conhecimento e significado linguístico, as disciplinas têm ideias distintas sobre métodos e valores epistêmicos que têm sido constantemente desenvolvidos por meio de discussões internas.

A figura 9 a seguir esclarece as principais diferenças e a raiz desse movimento de diversidade metodológica dentro da concepção de conhecimento científico.

Figura 9 – Monismo metodológico versus pluralismo metodológico



Fonte: Elaborado pelo autor.

Enquanto o monismo metodológico tem raízes no positivismo lógico, com uma enunciação bem definida do ideal de uma Unidade da Ciência e evidências de um movimento fiscalista, este se detém em uma expressão fragilizada ao ser confrontada com o pluralismo metodológico. Feyerabend (1977), defende uma metodologia pluralista para o desenvolvimento científico e é no discurso “contra o método” que podemos caracterizar melhor essa abordagem dentro da Ciência.

Diante da complexidade que pode ser obtida desse confronto, vamos nos ater a uma ideia geral de pluralismo que é empregada por Regner (1996) que define a partir da leitura de Feyerabend (1977), o sentido de pluralismo como sendo uma oposição a um princípio único, imutável, uma única possibilidade para se fazer Ciência.

Tal pensamento corrobora com a argumentação fomentada por Laburú et al., (2003) quando afirma que “uma postura metodológica não deveria jamais ser entendida como definitiva e de caráter geral, principalmente porque não há verdades pedagógicas únicas, aplicáveis a todo e qualquer indivíduo (Laburú et al., p. 256, 2003).

No caso da Química, ao materializarmos um guarda-chuva, podemos visualizá-la, considerando o eixo de suas generalidades, concentrando conceitos básicos do pensamento dessa Ciência, mas, as subáreas se distinguem facilmente dentro de suas microestruturas. Sendo assim, podemos afirmar que no interior da Química o pluralismo metodológico emerge como uma questão que tangencia também a sua identidade. Nesse sentido:

O pluralismo tem sido defendido como uma filosofia mais apropriada para a química em oposição ao monismo cientificista e redutor. Filósofos da química têm reiteradamente qualificado a química como uma ciência complexa, operativa, criativa, inovativa, interventiva, heterogênea e pluralista, difícil de ser pensada e comunicada (RIBEIRO et al., p 4. 2012).

Nesse ponto, cabe ressaltar que a abordagem reducionista implica em uma tentativa de enquadramento desta Ciência, dentro de uma estrutura padronizada de concepção de conhecimento científico. Porém, admitimos frente a literatura de uma Filosofia da Química em construção e em concordância com Ribeiro et al., (2012), que a Química se caracteriza como uma Ciência com percurso pluralista.

Essa discussão proporciona reflexão e solidifica aspectos relacionados à forma como o conhecimento químico vai se materializando ao longo da história. A partir desse debate, fica claro que o pluralismo é a melhor maneira de fazer e compreender a Ciência e, nesse sentido, enquadrados de forma explícita a Química (SCHUMMER, 2015).

2.3 Origens e disciplinarização do fisicalismo reduutivo

Identificamos, nos tópicos acima analisados, que a agenda da Física e da Química, ao longo do século XIX e XX construíram um novo quadro teórico formando um novo campo disciplinar, a Físico-Química e a Química Teórica. Estes campos, segundo Berkel (2005) tornaram-se centrais para a formação superior em Química. Iremos analisar alguns trabalhos que julgamos serem centrais para o entendimento histórico e suas implicações formativas.

Um dos trabalhos pioneiros e mais importantes é a investigação realizada por Duhem², um texto de 1899 acerca do início da disciplinarização da Físico-Química, intitulado *A New Science: Physical Chemistry* (1899) e publicado no livro *e le mixte e combination*, livro traduzido para o inglês apenas no ano de 2002, e ainda não traduzido para o Português. Neste texto o autor relata sua estranheza de como dois campos disciplinares tão distintos juntam-se formando uma mesma disciplina.

O que se encontra do lado da física? Magnitudes definidas e mensuráveis, leis gerais relacionando as várias magnitudes e tendo a forma de teoremas matemáticos, consequências deduzidas dessas leis pelos métodos de geometria e álgebra, e eles também lançados nesta forma precisa e rigorosa; por submeter essas consequências ao teste da experiência, aparelhos meticulosamente projetados e complicados, cujo a menor parte é submetida a múltiplos testes; métodos de medição abrangidos por precauções razoáveis; como os resultados dessas medições, os números [206] corrigidos e combinados como resultado de cálculos laboriosos. O que se encontra do lado da química? Enumerações de substâncias, descrições de qualidades, consistências, cores, flashes, cheiros e sabores em uma língua frequentemente estranha, às vezes expressivo, mas sempre pouco preocupado com a

² O trabalho de Mary Jo Nye também é primoroso acerca deste assunto

geometria precisão; símbolos menos algébricos do que alquímicos; um arsenal de retortas, lâmpadas, frascos, fornalhas e cadinhos para gerar ou destruir corpos e modificar qualidades, [instrumentos] cuja simplicidade não exclui um tanto barroco e caráter hermético; métodos? -não, mas procedimentos engenhosos, e vamos falar claramente, receitas.

Veja que a caracterização de Duhem (1899) são de dois campos disciplinares com características bem distintas. Ele mesmo se questiona: “É possível fundir duas disciplinas tão heterogêneas em uma única Ciência e falar de uma Físico-Química?” (DUHEM, 1899, P. 245).

Este texto representa um trabalho inicial sobre o encontro da agenda de três ramos de conhecimento até então separados: a Física, a Química e a Matemática. Depois do século XIX, esta agenda irá acentuar-se e constituir uma estrutura teórica importante para a formação superior de Química.

Na história da Físico-Química podemos perceber um envolvimento direto da mecânica quântica como forma de explicação dos fenômenos microscópicos, da Química. Nesse sentido, o foco reducionista se apresenta de forma mais concreta nas interpelações curriculares da formação dos químicos.

A partir dessa premissa, destacamos uma pesquisa de doutorado, realizada por Martorano (2012), intitulada “A transição progressiva dos modelos de ensino sobre Cinética Química a partir do desenvolvimento histórico do tema”, a autora vai discutir questões importantes de uma porção importante da Filosofia da Química, que é a Cinética Química.

Laidler (1993) aponta que as primeiras ideias sobre Cinética Química têm seu marco inicial em 1900, porém, com dificuldades em relação às correspondências consolidadas, no sentido de que a velocidade de uma reação química poderia ser compreendida em caráter de movimentos.

Cabe ressaltar que o modelo atômico de Dalton não foi bem aceito pelos físico-químicos da época, considerando a inexistência de provas factuais sobre a unidade básica que compunha a matéria (MARTORANO, 2012). A Ciência sempre foi muito criteriosa em termos da utilização da experimentação como mediadora dos processos criativos dentro da Ciência e nesse sentido o início do desenvolvimento de

determinadas áreas da Química foram se adaptando às propostas e modelos que iam surgindo dentro do núcleo de conceitos centrais.

Na Físico-Química, alguns estudos foram realizados e se destacaram no que concerne a sua importância dentro da identidade da área, Martorano (2012), destaca dois deles, que serão apresentados no quadro 3 abaixo:

Quadro 3 – Estudos em destaque no início da Físico-Química

Cientistas	Contribuições
Ludwig Ferdinand Wilhelmy (1812-1864)	A lei pela qual a reação da cana de açúcar com o ácido ocorre
Augustus George Harcourt (1834-1919) e William Esson (1838-1916)	Desenvolveram equações empíricas que relacionam a quantidade de produto formado com o tempo. As equações resultantes foram usadas para a análise de resultados experimentais que Harcourt obteve em seu laboratório.

Fonte: (MARTORANO, 2022, p. 64)

Sobre os estudos mencionados, Martorano justifica que:

Estes estudos, nesse período de tempo (1850-1865), foram de grande importância na cinética química, pois neles a velocidade de uma reação começou a ser estudada de forma quantitativa com a introdução de equações exponenciais e diferenciais que possibilitavam a determinação da concentração dos reagentes ou de produtos de uma reação química, portanto, esta união da química com a matemática, possibilitou aos cientistas realizarem previsões mais precisas das velocidades das reações (MARTORANO, 2012, p. 65).

Uma observação importante é que os cientistas mencionados não tinham uma preocupação no que concerne ao esclarecimento dos novos conceitos a partir de um modelo formal de composição da matéria. Segundo Martorano (2012), fica evidente que, neste período, o enfoque dado aos estudos da área de Cinética Química tinham uma base empírico-matemática. Tal aspecto evidencia características da disciplinarização de uma disciplina com base reducionista, considerando o apelo matemático em demasia apresentado na formação do químico, na atualidade.

Em um outro recorte destacado por Martorano (2012), a autora vai discutir dentro de um recorte temporal no período de 1862 a 1888 os estudos sobre a influência da temperatura e da concentração na velocidade de uma transformação química. Nesse contexto, ligado à termodinâmica está a compreensão sobre aspectos ligados a temperatura e sua influência nas reações químicas. E aqui destacamos os estudos de Jacobus Henricus van't Hoff (1852-1911), realizados em 1884.

Os cálculos e toda a dinâmica das reações químicas podem ser vistos através da dedução de fórmulas matemáticas que dão resultado em função de constantes e variáveis que vão sendo testadas e descritas dentro dessa abordagem Físico-Química.

A história da Físico-Química determina uma nova Ciência, como denomina Duhem, e consolida aspectos do fisicalismo redutivo, na estrutura da Química. O que está em questão dentro dessa abordagem não é apenas os cálculos e a utilização das ferramentas dispostas pela Física e pela Matemática, mas sim, um compromisso epistemológico dos conceitos químicos e do próprio objetivo da Ciência. O caráter experimental, que considera a indução como premissa desse processo, se perde no caráter dedutivo, do uso exclusivo de fórmulas, comprometendo um caráter dedutivo da Ciência.

Outro trabalho importante é sobre o pensamento matemático na Química³. Neste trabalho a pesquisa realiza um estudo histórico e exploratório acerca de como os professores pensam a Matemática no curso.

Podemos assim nos perguntar, qual a diferença da Química com a Física? Não existe pesquisa acerca deste tema, aqui faremos algumas inferências. Até o momento podemos citar algumas: A Química está mais focada no modelo, a Física, mais em leis e teorias; A Química está focada mais na ação do que na explicação; A Química estuda a matéria em particular e não no geral; O papel do contexto, de situações de contorno são, mais decisivas na Química que na Física.

³ CASTRO, Jakeline. (2013). **O pensamento matemático na pesquisa e no ensino de química**. (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié.

CAPÍTULO III IMPLICAÇÕES DO FISCALISMO REDUTIVO NO SISTEMA PEDAGÓGICO DA QUÍMICA

Neste capítulo buscaremos explicitar algumas questões pouco analisadas no currículo e na formação superior em Química. É importante notar que existem muitas posturas diante dessa problemática, buscamos elencar neste capítulo, paradoxos, contradições e problemas persistentes e pouco refletidos. O tema se torna atual e emergente, tornando-se necessário uma ampliação no que concerne ao diálogo entre o tema fiscalismo reduutivo, de base filosófica e a área de ensino de química. Nesse sentido, buscamos triangular e correlacionar a partir de pesquisas já realizadas, um panorama das implicações dessas investigações na construção do conhecimento e da formação em Química. Encontramos estes núcleos de ideias pelo cruzamento das diversas literaturas em Filosofia da Química, Didáticas das Ciências, Filosofia das Ciências e Educação Química.

Nesta triangulação encontramos que uma temática importante é o encontro e o contraste da organização curricular da Química com a Física e em concomitância com uma análise da disciplinarização da Físico-Química (grande área da Química), como sendo uma forma de esclarecer esse caráter dominante da Física sobre a Química. Outro tópico que merece uma importância singular é a “matematização” no currículo de Química, sendo o mesmo, dominado por um caráter reducionista.

Por outro lado, considerando os argumentos e reflexões supracitados, este terceiro capítulo propõe uma ampliação do debate trazido por Ribeiro (2019), quando vai discutir a partir de suas vivências, a relação da Química, com a Filosofia da Química e seu ensino.

3.1 Fiscalismo reduutivo na Educação Química: Um debate incipiente

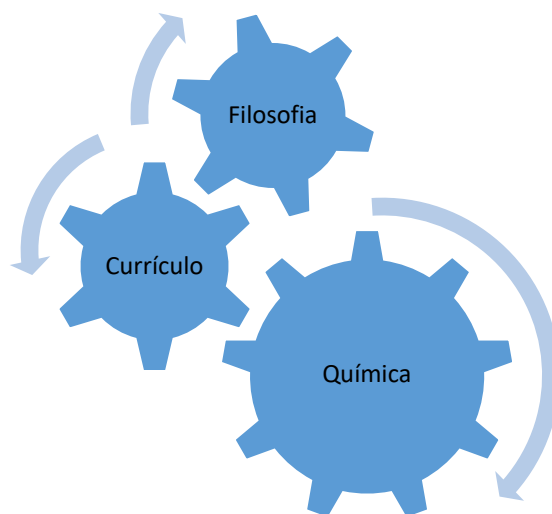
Nesta seção fazemos uma revisão literária nos principais canais de divulgação da Educação Química sobre a temática do fiscalismo reduutivo no Brasil. Nesta revisão, encontramos um debate incipiente sobre o tema.

3.1.1 Filosofia da Química na agenda dos pesquisadores brasileiros

Ribeiro (2019) ao descrever a sua trajetória como estudante e como pesquisador, evidencia em um recorte temporal de mais de 20 anos, que em seu pleito formativo, pôde identificar “que parte dos problemas que se insere no contexto pedagógico da Química origina-se da maneira como é pensada a relação entre Filosofia, Química e Currículo” (RIBEIRO, 2019, p. 73).

Esses aspectos elencados pelo autor dão subsídios para um aprofundamento sobre a natureza do conhecimento Químico que é construído nos diversos núcleos universitários. A figura 10, a seguir, ilustra um processo que envolve as engrenagens movidas pelo tripé Filosofia – Currículo – Química.

Figura 10 – Tríade necessária para se pensar o contexto pedagógico da Química



Fonte: Autor.

A Filosofia da Química dá subsídios para a discussão de problemas próprios da Química, é um espaço que proporciona a construção de uma base consistente sobre o conhecimento. Nesse sentido, levamos em consideração que cada Ciência possui suas particularidades no que diz respeito a sua organização cognitiva e epistemológica (RIBEIRO, 2019). A partir disso percebemos uma contradição, pois segundo Ribeiro (2019):

A filosofia da química tem mostrado que a química tem sido pensada como uma física aplicada, reduzida à física. Isso tem gerado um fosso epistemológico entre a química que se faz e a química que se ensina. Filósofos da química têm mostrado a química como dinâmica, plural, heurística, interdisciplinar, criativa, histórica. Em contrapartida, seu ensino é algorítmico, disciplinar e dogmático. A química precisa render-se ao modo padrão de entendimento da ciência para ser aceita. Algo se passa neste contexto que precisa ser diagnosticado e possibilitar propostas e intervenções (RIBEIRO, 2019, p. 74).

Em vista de delinear um panorama da problemática em pauta, vale destacar que os estudos e trabalhos publicados no Brasil e outros países têm mostrado a importância dos estudos em História e Filosofia da Ciência, como um campo fértil para a pesquisa em Educação em Ciências (RIBEIRO, 2014; LABARCA, 2019). Existe uma questão que é um paradoxo, e apesar de existirem pesquisas que apontam o benefício dos estudos em Filosofia da Química, constatamos uma escassez de trabalhos no campo da Educação Química de forma a retratar esse ideal de forma correta.

Considerando os objetivos deste trabalho e seguindo o rigor técnico necessário para dar continuidade aos processos da pesquisa, fizemos uma análise a partir do banco de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Diante do descritor “Filosofia da Química”, buscamos evidenciar o atual cenário das pesquisas nesta área.

O quadro 4, abaixo, revela dados importantes no que se refere a iniciativa de pesquisas em Filosofia da Química no Brasil.

Quadro 4 - Levantamento de teses e dissertações sobre Filosofia da Química

Ano	Teses	Dissertações	Título/autor/instituição
2021	1	0	Ensino de ciências, desacordos e autonomia intelectual (Uarison Rodrigues Barreto - UFBA - doutorado).
2020	1	0	Contribuições da Filosofia da Química para a Formação Inicial de Professores de Química: reflexões sobre a experimentação (Leticia do Prado - UNESP - doutorado).
2018	1	1	Indo além da natureza da ciência: filosofar sobre a química por meio da ética química (Evandro Fortes Rozentalski - USP - doutorado).

			Um panorama sobre a história e filosofia da ciência no ensino de química nas dissertações e teses (2011-2015) da área de ensino (Ana Lucia Rodrigues Gama Russo - IFRJ - mestrado).
2017	1	0	Perfil conceitual de química: contribuições para uma análise da natureza da química e do seu ensino (Melquesedeque da Silva Freire - UFRPE - doutorado).
2016	2	0	Evidência não evidente: as explicações em uma disciplina de química geral (Anielli Fabiula Gavioli Lemes - USP - doutorado). Átomo Representação e Filosofia da Química - Caminhos para a transição da linguagem diagramática para a discursiva em aulas da educação básica (Debora Schmitt Kavalek - UFSM - FURG - doutorado).
2015	0	2	Pressupostos Epistemológicos e Experimentação no Ensino de Química: O Caso de Lavoisier (Leticia do Prado - UNESP - mestrado). As concepções de professores de química sobre a utilização de elementos da história e filosofia da ciência no ensino (Marcos Paulo Hirayama - USP - mestrado).
2013	1	2	O estatuto das entidades teóricas no livro "the principles of chemistry" de d. Mendeleev: implicações para a educação química (Fredy Ramon Garay Garay - UFBA - doutorado). Aspectos filosóficos e educacionais da química: investigando as concepções de doutorandos em química (Anielli Fabiula Gavioli Lemes - USP - mestrado). O estatuto ontológico e epistemológico do conceito de orbital em livros didáticos de Química Geral no século XX: uma análise de seus fundamentos, suas representações e implicações para a aprendizagem (Evandro Fortes Rozentalski - USP - mestrado).
2012	1	0	Estratégias de comunicação em química como índices epistemológicos: análise semiótica das ilustrações presentes em livros didáticos ao

			longo do século XX (Karina Aparecida de Freitas Dias de Souza - USP - doutorado)
--	--	--	--

Fonte: Autor.

O levantamento realizado mostra um cenário ainda tímido de pesquisas relacionadas à Filosofia da Química no Brasil. Além dos dados expostos através do quadro acima, salientamos que todos os trabalhos apresentados são oriundos de programas de pós-graduação no qual a maior parte das publicações são da área de concentração “ensino de ciências”. Um outro dado que merece atenção é o círculo de orientadores que é restrito, nesse sentido, consideramos destacar o professor Paulo Alves Porto, da Universidade de São Paulo (USP), com um número expressivo de orientações, quatro.

Dentro desse panorama destacamos também o professor Marcos Antônio Pinto Ribeiro, orientador do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores (PPG.ECFP), ele tem orientado duas pesquisas recentes que ainda não apareceram na atualização da plataforma sucupira, mas, que já estão dispostas no repositório da UESB. Além disso, há o exercício do grupo de pesquisa em Filosofia da Química na Bahia, também coordenado pelo professor Marcos Antônio, em que participam alunos de graduação e orientandos do mestrado acadêmico e profissional.

O que pode ser percebido, também, é que desde 2012 até os últimos trabalhos catalogados na base de dados em questão, em 2022, é que a frequência de trabalhos realizados é quase a mesma. Não dá para identificar um período longo sem publicações ou um ápice das pesquisas na área. Nesse sentido consideramos os dados apresentados como um instrumento propenso à expansão e necessário para a reflexão sobre o percurso da Filosofia da Química.

Ainda em relação aos trabalhos de pesquisa realizados na área de Filosofia da Química, salientamos o trabalho intitulado “Integração da filosofia da química no currículo de formação inicial de professores: contributos para uma filosofia do ensino”, do professor Marcos Antônio Pinto Ribeiro, o mesmo foi defendido como tese de doutoramento no ano de 2014 e representa um trabalho com uma base sólida dentro

da abordagem em Filosofia da Química, porém o mesmo não aparece na base de dados da CAPES, por ser oriundo da Universidade de Lisboa.

Considerando o objeto central desta pesquisa, buscamos dentro dos trabalhos da área de Filosofia da Química, algum que explorasse o Fisicalismo Redutivo. Na busca através da base de dados da capes, utilizando os termos de busca “fisicalismo redutivo” não foram encontrados nenhum resultado. Isso reforça a ideia de que a área de Filosofia da Química a nível brasileiro, precisa popularizar a temática no âmbito da pesquisa.

Apesar de nenhuma tese ou dissertação explorar o objeto de pesquisa mencionado, 3 trabalhos citam a problemática ao longo de alguns recortes da revisão de literatura em Filosofia da Química, sendo eles, Freire (2019), Prado (2020) e Barreto (2021). Outra questão que merece destaque é que os 3 trabalhos citados são teses de doutorado, o que nos leva a inferir que devido ao maior tempo de realização do estudo (4 anos) os pesquisadores puderam explorar com mais profundidade a literatura em Filosofia da Química.

Ainda com o objetivo de traçar um panorama das principais fontes de conhecimento em Filosofia da Química, o quadro 5 a seguir aponta importantes publicações realizadas em livros no âmbito nacional.

Quadro 5 – Levantamento de livros sobre Filosofia da Química no Brasil

Ano	Título	Autor
2019	Filosofia da Química no Brasil	Jackson Gois; Marcos Antônio Pinto Ribeiro
2021	Filosofia da química: estrutura, história e contribuições formativas	Marcos Antônio Pinto Ribeiro
2022	Ensaio de História e Filosofia da Química	Luciana Zaterka Ronei Clécio Mocellin

Fonte: Autor.

A expressão das publicações em livros com abordagem da Filosofia da Química, confirmam a nível nacional, os passos que estão sendo dados em termos de uma literatura mais consolidada. Destacamos a importância dos três trabalhos apresentados na tabela acima e, consideramos que ambos apresentam contribuições singulares para a área.

Alguns dos trabalhos de teses e dissertações estão incluídos como capítulos de livros dos títulos destacados acima. Eles representam uma literatura de base que pode ser utilizada nos cursos de formação de professores em diálogos com a perspectiva do Ensino da Química.

Considerando o panorama expresso até aqui, no próximo capítulo buscamos realizar algumas reflexões, levantamentos e construções acerca do domínio da Física sobre a Química ao longo do tempo. Consideramos a forma como o Reduccionismo aparece na literatura da Educação Química, suas formas e a sua caracterização diante de um cenário determinante da formação profissional dos químicos, na atualidade.

3.1.2 O tema do fisicalismo reduutivo na Educação Química brasileira

O panorama geral das pesquisas em Filosofia da Química expressa tímidos estudos dentro da abordagem já expressa anteriormente. No âmbito da Educação Química nacional, não encontramos nenhuma tese ou dissertação que utilizasse do fisicalismos reduutivo como objeto central da investigação.

Mas, consideramos fazer um levantamento da abordagem nos principais eventos e periódicos da área de ensino de Ciências/Química. Primeiramente, consideramos o Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), o evento bianual organizado pela Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química até o ano de 2018, a partir da última edição, pela Sociedade Brasileira de Ensino de Química (SBenQ).

Em um recente trabalho realizado por Pires, Ribeiro e Labarca (2021), após fazerem um levantamento sobre o fisicalismo reduutivo e a Educação Química nos anais do ENEQ, encontraram os resultados expressos na Tabela 2, a seguir.

Tabela 2 – Publicações sobre fisicalismo reduutivo e Educação Química no ENEQ

ENEQ 2012	ENEQ 2014	ENEQ 2016	ENEQ 2018
NENHUMA	NENHUMA	NENHUMA	NENHUMA

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme apresentado na Tabela 2, no recorte temporal escolhido não foi encontrado nenhum trabalho que fizesse a relação esperada. Apesar do artigo de revisão construído por Lemes et al., (2015) apontarem o reducionismo como um dos principais temas em Filosofia da Química, o levantamento realizado aponta que no Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), essa temática não foi tratada nos últimos 10 anos. O que evidencia uma situação que para nós será tratada como uma questão controversa que merece ser investigada. Nesse ponto, a nossa pesquisa busca evidenciar como um problema tão pertinente na literatura da Filosofia da Química é deixado de lado nas discussões que concernem à Educação Química.

Um outro evento muito importante na área de educação em ciências é o Encontro Nacional de Pesquisa e Ensino de Ciências (ENPEC), do qual reúne, a cada dois anos, os maiores pesquisadores da área e são publicadas atas referentes aos trabalhos discutidos durante o evento, neste sentido, investigamos esses documentos e encontramos raríssimos trabalhos que abordaram a temática, ainda que de forma superficial, no Quadro 5 organizamos os resultados da busca.

Quadro 5 - Publicações sobre fisicalismo redutivo e Educação Química no ENPEC

Ano	Título	Palavras-chave	Autores
2013	Proposição de perspectivas filosóficas da educação química	filosofia da química, educação química, reducionismo.	Marcos Antônio Pinto Ribeiro; Duarte Costa Pereira; Simone Barreto Santos; Débora Schmitt Kavalek.
2001	Analisando as relações entre educação científica e educação religiosa: i. Professores de ciências podem evitar o fisicalismo?	Ausentes	Charbel Niño El-Hani; Cláudia Sepúlveda

Fonte: Autor.

Apesar de termos encontrado 2 trabalhos que citam a problemática, nenhum dos trabalhos publicados no ENPEC utiliza-se do fisicalismo redutivo como objeto central de investigação.

O panorama apresentado nos dois maiores eventos de Educação Química e de Educação em Ciências, evidenciam um cenário de escassez no que se trata as publicações de trabalhos que fazem menção a questão do fisicalismo reduutivo, mesmo sendo mencionado por Kavalek et al (2013) como sendo um dos principais temas de investigação dentro da Filosofia da Química.

Consideramos também, fazer um levantamento sobre as publicações em periódicos da área em que se estabelecesse uma ligação entre o objeto de pesquisa e o ensino de Química. Revistas como: Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Ensaio: pesquisa em educação em ciências, Investigação em ensino de ciências; Química nova; Química nova na escola e Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática são exemplos de algumas dessas principais fontes.

As revistas foram selecionadas com base no *qualis*, registrado pela CAPES conforme a avaliação do quadriênio 2017-2020. Nos textos buscamos identificar as palavras-chave: fisicalismo, reducionismos ou mesmo fisicalismo reduutivo, os resultados são apresentados no Quadro 6, abaixo.

Quadro 6 - Publicações sobre fisicalismo reduutivo e Educação Química nos principais periódicos da área

Revista	Ano	Qualis	Título	Palavras-chave	Autores
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	2013	A1	Introdução à filosofia da química: uma revisão bibliográfica das questões mais discutidas na área e sua importância para o ensino de química	Filosofia da química; Ensino de química; realismo; reducionismo.	Anielli Fabiula Gavioli Lemes; Paulo Alves Porto
Química nova	2013	A4	Química e filosofia: rumo a uma frutífera colaboração	philosophy of chemistry; reductionism; explanation.	Martín Labarca; Nelson Bejarano; Marcelo Leandro Eichler
Revista Brasileira de	2016	A1	A emergência da Filosofia da	filosofia da química;	Marcos Antônio

Pesquisa em Educação em Ciências			Química como campo disciplinar	filosofia da ciência; química; educação química	Pinto Ribeiro
Revista Brasileira de educação em Ciências e educação matemática	2019	B2	Los límites del reduccionismo en Química	Reduccionismo; Química molecular; Mecánica cuántica; Educación química.	Martín Labarca
Ciência e Educação	2021	A1	Uma crítica ao reduccionismo filosófico da Química à Mecânica Quântica como elemento fundamental para a formação de professor	Reduccionismo; Ensino de química; Filosofia da ciência; mecânica quântica.	Daniel Augusto Barra de Oliveira; Verenna Barbosa Gomes

Fonte: Autor.

Consideramos os resultados expressos até aqui como um cenário de muita timidez e destacamos que o único trabalho que tem por objeto de pesquisa o reduccionismo é o artigo publicado em língua espanhola e que tem por autoria autor internacional Martin Labarca, pesquisador do Conselho Nacional de Pesquisa Científica e Técnica (CONICET), em sua publicação ele considera esclarecer os principais conceitos dentro da abordagem reducionista e discute também os seus limites. Os outros dois artigos apenas citam a problemática, mas não tomam o reduccionismo como objeto central da investigação.

3.2 Fisicalismo redutivo como ideologia no sistema pedagógico da Química

A partir do que foi visto até agora temos a investigação como hipótese de trabalho da qual iremos iniciar sua exploração, que a perspectiva filosófica do fisicalismo redutivo, embora legítima e importante para o currículo da Química,

constituiu-se em estrutura ideológica. Por ser uma ideologia, orienta e, ao mesmo tempo, ofusca uma parte das discussões, bem como deslegitima alguns problemas.

Nesta perspectiva, consideramos como sistema pedagógico da Química, a articulação entre os componentes curriculares de sua matriz formativa, bem como sua expressão direta no Ensino de Química e na da Educação Básica, considerando o exercício profissional das atividades de ensino.

Nas sessões abaixo organizamos alguns problemas que julgamos importantes de serem inseridos na agenda de investigação do Ensino de Química. Inicialmente iremos compreender o que é ideologia e como esta atua em um sistema social.

3.2.1 O que é ideologia

Ao utilizarmos em nossa pesquisa o conceito de ideologia nos deparamos com a necessidade de um enquadramento em termos de uma definição que pudesse melhor contemplar os compromissos epistemológicos discutidos ao longo do texto. Nesse sentido, o conceito de ideologia está presente na literatura de diversas formas e conceituá-lo não é uma tarefa fácil, visto que, há poucos consensos entre a sua definição e por muitos autores ele é considerado ambíguo. Segundo Thompson (2011):

O termo "ideologia" foi primeiramente usado pelo filósofo francês Destutt de Tracy, em 1796, para descrever seu projeto de uma nova ciência que estaria interessada na análise sistemática das ideias e sensações - na geração, combinação e consequências. (THOMPSON, p.44, 2011).

Thompson (2011), propõe que o conceito de ideologia está atrelado à uma forma de representação de ideias que serve para estabelecer e nutrir relações de dominação. Nesse sentido, "a ideologia tem existência material nas práticas discursivas de sujeitos e instituições e pode ser reestruturada ou transformada, pois faz parte de relações de poder que podem ser desequilibradas, dependendo do desenvolvimento das disputas e forças sociais existentes" (MARTÍNEZ, 2012, p. 124).

A ideologia está presente também no discurso social, de senso comum, muitas vezes, atrelada a um contexto de alienação política, social e até educacional. Moreira

(2012), afirma que ideologia e teoria têm significados equivalentes, e que pode ser definida como um conjunto de normas que têm uma coerência entre si com o objetivo de justificar uma prática.

Justificada ou não, a ideologia se apresenta de várias formas e cada tentativa de definição explora questões que perpassam uma visão histórica, filosófica e sociológica do conhecimento. Na figura 11 a seguir, são elencados alguns aspectos importantes sobre a forma como a ideologia opera na sociedade e, por conseguinte, aceitamos que o currículo e a construção do conhecimento se pautam em processos abordados dentro dessa estrutura.

Figura 11 – Formas como a ideologia atua na sociedade segundo o trabalho de Thompson (2000)



Fonte: Martínez (2010) com base em Thompson (2000).

A legitimação é um modo pelo qual a ideologia opera considerando uma vertente histórica e sociopolítica “embasa-se em determinadas regras sociais que foram constituídas racionalmente ou em outros casos pode embasar-se em tradições que com o tempo foram sacralizadas” (MARTINEZ p.99, 2010). Esta forma de dominação ideológica utiliza o plano de racionalização, universalização ou naturalização.

A dissimulação opera de forma que as relações de dominação são ocultadas. Nesse ponto concordamos com Martinez (2012) quando afirma que a dissimulação

incide sobre o fato de que as relações de dominação são negadas ou ofuscadas para que se valha da imposição de determinada ideologia.

De forma bem evidente a unificação, “utiliza a padronização e a simbolização da unidade como estratégias para seu desenvolvimento (MARTINEZ p.100, 2010)”. É uma expressão que conota harmonia dentro de um modo operante que busca dialogar com os pontos de vista diferentes dentro de uma estratégia bem fundamentada para a criação de uma identidade coletiva.

Ao contrário da unificação, a fragmentação se concentra na diferenciação dentro dos grupos. Esse modo operante expõe uma cisão entre pontos de vista e torna claro as inconsistências dentro de um cenário de imposição de poder.

Por fim,

A reificação é um modo em que a ideologia opera e denota o estabelecimento de relações de dominação através da retratação de uma situação histórica e transitória como algo natural ou permanente, eliminando desta forma o caráter histórico dos processos sociais (MARTINEZ p.101, 2010).

Os modos operantes apresentados podem ser identificados dentro da abordagem proposta no presente estudo e é notório que o fisicalismo reduutivo leva a um questionamento da autonomia da Química enquanto Ciência. Contudo, há que se reconhecer, primeiramente que de fato ela existe e tem sua caracterização bem fundamentada em termos de uma ideologia.

Sobre as implicações do fisicalismo reduutivo enquanto ideologia autêntica no currículo de Química, consideramos que, os aspectos mencionados até aqui implicam numa definição consolidada da forma como a estrutura do conhecimento das Ciências Naturais se apresenta atualmente, operando principalmente na Química.

A ideologia reducionista está presente no currículo, por vezes permanece de forma oculta, orientando a organização do conhecimento científico e escolar. Nesse sentido, consideramos também a definição de Abbagnano (2007) quando descreve a ideologia como sendo uma doutrina desprovida de uma validade, porém, mantida pelos interesses claros ou ocultos daqueles que a utilizam. Um outro autor importante, Apple (2006) discute o currículo e insiste em não se comprometer com uma definição

fechada de ideologia, porém, o autor destaca que a ideologia sempre lida com a legitimação, o conflito de poder e uma forma característica de argumentação.

Entendemos a ideologia como algo intrínseco ao sistema social, educacional e político, por isso, ao verificarmos que o fisicalismo redutivo está presente no currículo da formação do profissional da Química e que esta é reconhecida como ideologia autêntica e validada pela corrente Neopositivista, compreendemos melhor os aspectos condicionantes da estruturação do conhecimento científico, principalmente no que concerne à Química.

3.3 Programa de investigação da Educação Química ainda pouco legitimado

Considerando o fisicalismo redutivo como um sistema ideológico, ela ofusca e deslegitima certos problemas e visões. Nesta seção iremos buscar desvelar alguns problemas ainda ocultos ou pouco investigados na agenda da Educação Química, principalmente em função da atuação da ideologia fisicalista.

3.3.1 A identidade, definição e especificidade disciplinar implícita

Um dos problemas curriculares mais importante da Química é pensar a sua identidade disciplinar e a própria definição de Química. Esta questão é nuclear dos processos formativos e curriculares.

A definição de química, principal fundamento do currículo de química, é intrínseca à definição de sua identidade disciplinar. Esse problema tem relação direta com o currículo. A cada identidade da química associa-se uma estrutura pedagógica particular, uma forma de organizar, selecionar conteúdos e de desenvolvimento curricular. A questão da identidade e do território disciplinar é transversal na literatura historiográfica da química. Inicialmente uma prática, seja metalúrgica ou tintureira, depois uma disciplina ao serviço da medicina até o século XVII, alcança maturidade teórica e é sistematizada no século XVIII por Lavoisier, quando é legitimada e respeitada academicamente, alcançando certa centralidade, mesmo que Kant a tenha visto apenas com uma arte sistemática (RIBEIRO et al. p. 4, 2016).

Dessa forma, Erduran (2005) defende que é necessário garantir que a Química seja autônoma e que o reducionismo não impacte nas explicações de caráter químico. Além disso, ela sugere uma reestruturação do currículo do ensino superior de Química, especialmente acerca das aplicações da mecânica quântica no ensino de alguns conceitos químicos por se tratar de conceitos controversos.

As bases de autonomia do conhecimento químico devem ser retomadas, a fim de minimizar os impactos da redução da Química à Física tão comum no modelo formativo reducionista. Nesse contexto, Erduran (2005) ressalta que a reformulação do currículo de Química de nível superior deve acontecer tendo como premissa que o conhecimento é químico e não físico. Sendo assim, a autora enfatiza a importância da Filosofia da Química na formação de professores e, portanto, na sua atuação em sala de aula, bem como na organização epistemológica dos conceitos.

Scerri (2013) argumenta a favor da Filosofia da Química no discurso que perpassa a diferenciação do conhecimento científico entre as Ciências Naturais, no intuito de consolidar a autonomia da Química numa perspectiva de organização da estrutura de seus conceitos fundamentais. O autor considera que a filosofia leva em consideração não apenas o objeto de estudo da Química, mas como esses profissionais trabalham e como chegam a conclusões e podem alcançar resultados que são ocasionados pela descrição atrelada à criação. De forma a auxiliar na compreensão dos estudos acerca da Filosofia da Química, Scerri (2013) leva em consideração não apenas as peculiaridades dessa área do conhecimento, mas como os químicos fazem o seu trabalho.

Falar de conhecimento científico é também tocar num ponto crucial da ciência formal, o currículo. Nesse sentido, Erduran (2001), elucida a necessidade de reestruturação do currículo, tendo em vista que é preciso ter mais fidelidade aos fundamentos filosóficos da Química, para que assim os resultados possam ser visíveis nos profissionais da área.

Aqui destacamos que os efeitos da ideologia reducionista têm implicações diretas no conteúdo do currículo e na forma como ele é estruturado. Considerando a formação superior do profissional da Química, sempre que explicações fundamentadas exclusivamente na mecânica quântica forem introduzidas nos livros e

por consequência repetida em sala de aula, haverá nesse momento uma postura que permite assumir que essas explicações não são controversas e não dá margem para uma compreensão aprofundamento das questões envolvidas (ERDURAN, 2001).

Ainda sobre aspectos particulares da Química, Laszlo (2013) coloca em pauta algumas questões que norteiam o Ensino de Química, dentre elas a demanda de discussões necessárias dentro da sua agenda e que possibilitam uma reflexão acerca do modo como a Química é comunicada. Nesse ponto, consideramos de suma importância discutir a linguagem como representação do discurso científico e que precisa estar calçado de uma base filosófica sólida.

A Química tem suas especificidades no que tange também a sua linguagem, há conceitos polissêmicos e expressões que a tornam uma Ciência singular. Ela poderia ser facilmente diferenciada da Física numa linha de expressão argumentativa (LASZLO, 2013).

3.3.2 Interpretação nomotética para o conhecimento químico

Ribeiro (2014) discute alguns aspectos importantes da Química, dentre elas, a questão de sua configuração como uma Ciência nomotética, ou seja, baseada em leis, e não com um viés idiográfico, no sentido de uma unificação por sua história. Contudo, há uma expressão, por parte de filósofos da Química, que mostram a importância de se considerar a Química como uma Ciência de base histórica e que existem empecilhos no que concerne ao enquadramento da Química como uma Ciência nomotética.

Há um caráter dual da Química do ponto de vista da Filosofia da Ciência (VIHALEMM, 2003, 2007). A Química tem características de uma Ciência nomotética, mas existem especificidades que lhe conferem características de história natural. Nesse sentido, Bensaude-Vincent (2009), tem argumentado em suas pesquisas que as leis químicas são descrições de procedimentos e execuções de experimentos. Diante disso, Hoffmann (1993), destaca que os químicos expõem situações de fatos históricos enquanto fazem o processo criativo de moléculas.

Essa discussão está bem delineada no artigo intitulado *How Much History Can Chemistry Take?* Um estudo feito por Lamza (2010), sua tradução, *Quanta História pode*

a Química levar? Neste trabalho o autor argumenta em favor de uma Química que apresenta uma centralidade em termos de conceitos que auxiliam na construção de outras ciências, com características que possibilitam a configuração de uma Ciência pan-idiográfica, com idealização de unificar as ciências correlatas.

Ainda sobre o artigo citado, o autor discute aspectos relacionados à visão pan-idiográfica diante do contexto da classificação Química, considerando que a mesma é realizada tendo por base critérios como atributos estruturais e particulares da Ciência e não pela sua história, seus contextos, seu processo evolutivo que considera um domínio de tempo-espaço. Ribeiro (2014), endossa essa discussão trazendo como exemplo a questão dos átomos e núcleos, considerando os mesmos como elementos primários e secundários, se considerados dentro de uma perspectiva histórica. Outrossim, as moléculas se classificariam pela sua história cosmológica e os minerais vistos pelo seu progresso natural (RIBEIRO, 2014).

Lanza (2010), argumenta sobre a consideração em termos de uma história cósmica como um contexto de esclarecimento sobre o lugar real da Química na compreensão das leis e padrões dos movimentos que compõem o universo. Para o autor, o mundo não seria apenas um reflexo de uma interpretação reducionista, como um esquema puramente nomotético, e sim uma visão ampla e permeada de História da Ciência.

Segundo Ribeiro (2014), essa discussão tem vários efeitos, alguns epistemológicos e outros pedagógicos, sendo ambos abrangentes. Na graduação em Química:

As ideias centrais da química e os currículos são organizados dentro de uma visão nomotética, como se a química tivesse uma lógica dedutiva. A epistemologia da química foi influenciada por uma forma nomotética de pensar, bem como o seu ensino (RIBEIRO, 2014, p. 194).

Tal discussão perpassa a problematizações levantadas por Izquierdo-Aymerich (2012), segundo a autora, nesse contexto de discussão, o átomo químico foi se configurando a ideia de um átomo físico (ideia nomotética). Tal fato se deu diante do desenvolvimento da Física quântica. Um questionamento levantado pela autora é de

se é possível fazer o contrário. Diante disso, verifica-se a ação da ideologia fisicalista num contexto de dominação curricular, operando sobre conceitos centrais da Química.

3.3.3 O dedutivismo no currículo da Química

Por conta da interpretação nomotética, o dedutivismo é aceito na Química de forma tácita. Assim, se impõe no currículo uma estrutura na qual as ideias principais, como ligação Química, átomo, estrutura atômica são vistas, inicialmente, a partir de estruturas lógicas que possam ser usadas dedutivamente ao longo do percurso de aprendizagem. Para Ribeiro (2014, p.218)

O ensino de química, por influência da física é muito dedutivo. É possível, pelo debate feito até aqui, inferir a contextualidade e historicidade como próprias da especificidade epistemológica da química. Logo, não se trata de integrar elementos de história da ciência e da química no currículo, mas de ensinar a química como uma grande narrativa sobre os variados contextos, como uma ciência também histórica, como a busca da construção da melhor narrativa (RIBEIRO. 2014, p.218).

Todo o Ensino de Química apresenta um caráter dedutivo. Apesar da Química, reiteradamente ser uma Ciência experimental e indutiva, o ensino é marcadamente dedutivista. Pensamos que isto seja influência da Química teórica e da crença de que, aprende-se Química, tendo compreensão antes, das grandes ideias da Química, como bem defendido por Atkins (1999): Geometria e estrutura; estrutura Eletrônica; Forças intermoleculares; termodinâmica; cinética e reações. Pensando dedutivamente, estas noções devem ser apreendidas antes de serem experimentadas.

Outra evidência do positivismo lógico está no lugar que ocupa a Matemática e a Física no currículo, normalmente no início do curso, primeiro ou segundo semestre. Outra evidência pode ser vista na organização em disciplinas de créditos teóricos e práticos.

Uma evidência importante e pouco investigada é sobre os saberes negligenciados pela práxis Química. Ribeiro (2014) aponta várias delas. Aqui daremos

um exemplo: as classificações. No campo da Química, as classificações representam um lugar comum e, paradoxalmente, não são problematizadas no ensino. Atualmente, a Ciência tem se deparado com desafios para restaurar o estatuto das classificações, que perpassa pelos campos disciplinares e pela razão histórica do discurso científico, inclinando os sistemas de classificações e descrições para uma razão ideográfica (LAMZA, 2010).

Com isso, observou-se que possuem “lugar comum” na Química, sendo considerada a Ciência das Classificações. Portanto, faz-se necessário compreender as classificações como centrais na Química de maneira pragmática e pluralista, na tentativa de se treinar a habilidade e a competência em classificar, dando prioridade ao aprendizado dos critérios de classificação (SANTOS, 2016).

3.3.4 As grandes ideias da Química inspiradas pelo positivismo lógico

As grandes ideias da Química, ou as noções estruturais da Química, são pensadas pelo viés do positivismo lógico. Podemos verificar isso na síntese realizada por Gillespie (1997). Este artigo aborda a questão "O que deve haver em Química Geral" perguntando quais são as ideias fundamentais da Química que são essenciais para todo potencial cientista, engenheiro e médico entender para seus estudos profissionais e se tornarem os cidadãos quimicamente alfabetizados do futuro. Propõe-se que as seis "Grandes Ideias da Química" sejam:

1. Átomos, Moléculas e Íons: Os blocos de construção da matéria
2. A ligação química: os átomos são mantidos juntos em moléculas e cristais por forças eletrostáticas.
3. Forma Molecular e Geometria: Átomos e moléculas são mantidos juntos em moléculas e cristais em arranjos geométricos bem definidos.
4. A Teoria Cinética: Átomos e moléculas estão sempre em movimento.
5. A reação química: átomos em moléculas e cristais podem ser rearranjados para formar novas moléculas e cristais.
6. Energia e Entropia. A extensão em que ocorrem as mudanças físicas e as reações químicas é controlada pelas mudanças de energia e entropia que as acompanham.

Como visto acima, Atkins (1999) defende as seguintes ideias centrais: Geometria e estrutura; estrutura Eletrônica; Forças intermoleculares; termodinâmica; cinética e reações. Vemos na lista acima a agenda da Físico-Química e a Química teórica. Ou seja, a agenda da Física se impôs.

3.3.5 Paradoxos, contradições e ambiguidades do fisicalismo reduutivo

No que concerne às questões relacionadas à Pedagogia da Química, o fisicalismo reduutivo revela um paradoxo imediato, a Química se apresenta como uma Ciência indutiva, abdutiva, porém é pensada com base em fundamentos reducionistas, que tem um caráter puramente dedutivo (RIBEIRO, 2014). Essa questão gera um movimento que negligencia o caráter pluralista e inexato da Química, colocando em questão o seu caráter inovador e criativo, incidindo sobre o ensino desta Ciência, que passa a ter características de uma prática conservadora, mecânica e algorítmica, baseada em repetições e aplicações de fórmulas (RIBEIRO; COSTA PEREIRA, 2012).

Segundo Ribeiro (2014) o caráter enciclopédico dos conteúdos de Química são frutos de um enorme crescimento da área, além de sua natureza sistêmica e organizacional, e, nesse sentido, Lazlo (2012)⁴ expõe outros elementos que justificam que o fisicalismo reduutivo não é um instrumento eficiente na resolução desse problema, considerando que a Química apresenta:

Multiplicidade de esquemas, modelos e representações;

Pluralismo constitutivo;

Contradições e circularidade dos conceitos centrais;

Caráter inobservável e da falta de referentes das entidades químicas que faz o laboratório ter um caráter de conversão teológica; caráter icônico da linguagem Química, que constrói uma semiótica própria e faz trabalhar com a abdução e

⁴ Este ponto é levantado em um artigo importante publicado na edição especial sobre Filosofia da Química e Educação Química da revista Science & Education.

necessitar da visualização e competência representacional (LASZLO, 2012; RIBEIRO, 2014).

O fisicalismo redutivo, opera de forma muito particular no currículo de Química, principalmente na distorção de ideias centrais. Nesse sentido, há uma marcante presença dessa ideologia nas políticas curriculares dos cursos introdutórios a Química, nesses documentos são encontradas interpretações de princípios físico-químicos que permitem dar explicações a fenômenos químicos, mas que não são de fato utilizados no desenvolvimento das atividades diárias do químico (SCERRI, 2006; TALANQUER; POLLARD, 2010).

Segundo Ribeiro (2014) o excesso de Matemática e de Física descontextualizada, no currículo, denota um princípio de aceitação ilegítimo, onde a Química poderia ter característica mais autônomas, porém se detém a um cenário de debate onde muito da ideologia reducionista impera sobre a organização curricular. Talanquer (2011) explica que esse debate ilustra a fragilidade da composição curricular da Química e destaca que existe uma diferença entre a Ciência Química, pensada numa perspectiva idiográfica e a Química que está presente nas explicações que são levadas para sala de aula.

Furió e Furió (2000) destacam também, a existência de obstáculos conceituais e epistemológicos evidenciando o reducionismo operando no sistema pedagógico da Química. Nesse sentido, cursos introdutórios à Química podem ser organizados com base em três ciclos, o macro, o representacional e o nível submicro, como forma de superação de algumas questões problemáticas na compreensão de conceitos químicos (TSAPARLIS, 2002).

3.3.6 O fisicalismo redutivo como posição curricular dominante no currículo

Neste trabalho, consideramos o fisicalismo redutivo como uma ideologia e reiteramos que a sua ação influencia o pensamento químico atual, contrastando com a abordagem do Ensino de Ciências. A Filosofia da Química apresenta subsídios ainda pouco explorados dentro dos estudos popularizados entre o pensamento pedagógico

da Química, mas que já existem pesquisas como as apresentadas acima que dão subsídios para a promoção de mudanças significativas.

O currículo é uma forma de organização do conhecimento e orienta a formação do profissional, além de tangenciar a educação básica. Em termos do problema discutido neste trabalho, à luz das teses desenvolvidas por Van Berkel, buscamos uma instrumentalização da organização do currículo da formação superior do profissional da Química. Diante disso, Chamizo (2001) garante que:

O ensino de química, em praticamente todo o mundo, pressupõe um currículo quimicamente puro que os alunos têm que aprender. Independentemente do nível escolar, é indicado que a química é uma ciência (como um ato de fé), que a matéria é composta por átomos e moléculas, que existem mudanças físicas e químicas e que uma forma de os reconhecer é por meio da reação química, sem dúvida o coração de todo currículo (CHAMIZO, 2001, p. 194).

Chamizo (2001), descreve os resultados de uma investigação realizada em 1991, durante a realização da XI Conferência Internacional sobre Educação Química, que aconteceu em Nova York. Ele (Chamizo), juntamente com vários pesquisadores do mundo foram convidados para participar do projeto *Conceptual Structure of School Chemistry* (CSSC) que estava sendo realizado na Universidade de Utrech, na Holanda. “A ideia fundamental deste projeto consistiu em reconhecer se existia uma estrutura comum no ensino da Química nos diferentes países e, em caso afirmativo, identificar as suas origens” (CHAMIZO, 2001, p. 195).

Diante daquilo que foi discutido pelas representações multinacionais, foram destacadas 10 premissas sobre o Ensino de Química.

1. La química se incorpora como disciplina en la educación secundaria a partir del siglo XIX y siempre ha sido enseñada como una ciencia. Se hace explícito, muchas veces desde las primeras páginas de los libros de texto, que la química es una de las ciencias naturales. Los conceptos que van a ser enseñados son seleccionados de acuerdo con su relevancia científica. El estudiante es visto como un futuro científico que buscará especializarse en diversos aspectos de la investigación química. El uso de productos químicos y procesos en la sociedad es presentado como algo que se desprende de la ciencia.

2. La química es inmediatamente distinguida de otras ciencias naturales por su objeto de investigación que es la reacción química. El concepto de reacción es introducido muy temprano en el curriculum y es definido de manera muy general como el proceso a través del cual una o más sustancias son convertidas en otras sustancias. Cada sustancia es caracterizada por un conjunto de propiedades intrínsecas. Además, los fenómenos químicos son frecuentemente presentados como irreversibles y más fundamentales que los fenómenos físicos. La definición de reacción química requiere del concepto específico de sustancia.

3. El concepto de reacción es ejemplificado a través de reacciones específicas. En ellas se enfatiza el hecho de su espectacularidad y su diversidad, y ocasionalmente su impredecibilidad. Desde ese momento, el curriculum aparece como un intento de respuesta a la posibilidad de predecir el producto de las reacciones. 4. Una manera de predecir las reacciones químicas es desarrollando una teoría explicatoria. El curriculum implícitamente ofrece dicha teoría demandando que una reacción debe cumplir las siguientes tres condiciones: 1) Conservación de los elementos. Toda reacción que ocurre puede ser balanceada. 2) Disminución de la energía libre del sistema de reacción (o incremento de la entropía del sistema que acompaña a la reacción). Muchas veces no se dice de esta manera pero se usa esta condición en los ejemplos de reacciones ácido-base y óxido-reducción. 3) La velocidad de la misma debe ser "adecuada". Sin embargo la explicación de valores grandes (o pequeños) de energía de activación en forma parte del curriculum. La ausencia de una de estas tres condiciones es explicación suficiente para que no ocurra una reacción química.

5. La posibilidad de predecir reacciones químicas se complementa a través de la química descriptiva. La teoría establece las fronteras de las reacciones químicas mientras que la química descriptiva llena el espacio con ejemplos concretos, como las reglas de solubilidad en inorgánica, o las reacciones de grupos funcionales en orgánica.

6. A pesar de que el concepto de reacción es el más fundamental en la química escolar, se relaciona estrechamente con el concepto de sustancia químicamente pura. Este último permite distinguir entre cambio químico y cambio físico. Los estudiantes deben aprender que un cambio de fase y la formación de una mezcla no son reacciones químicas, a pesar de que en esta última sus propiedades no sean las de sus componentes. Como cada sustancia pura está caracterizada por un conjunto de propiedades, es importante aprender cómo aislar e identificar sustancias puras. Esto explica el tema de técnicas de separación tan pronto en el curriculum.

7. La posibilidad de predecir también se aplica a las sustancias y, como en el caso de las reacciones, la respuesta está en dos direcciones: por el lado teórico se introduce el concepto de valencia, con el cual se pueden predecir formulas, mientras que por el lado descriptivo se ejemplifican sustancias individuales y en grupos.

8. Se realiza una distinción entre el nivel de fenómenos y el nivel de corpúsculos (átomos, moléculas, electrones). Una vez que se introduce

el nivel corpuscular se usa para explicar reactividades y/o convenciones (como es el caso de la nomenclatura).

9. La estructura conceptual del curriculum no implica una filosofía específica de la ciencia o de la química en particular. Tampoco prescribe una forma de enseñar. Mientras que muchos profesores (y libros) aspiran a una transferencia directa del conocimiento, otros prefieren que los estudiantes descubran lo más que puedan por sí mismos. Ambos métodos de enseñanza están basados en el mismo curriculum.

10. En su desarrollo histórico, la estructura tradicional del curriculum ha mostrado un desplazamiento desde la química descriptiva a la teórica. Resultado de su enorme crecimiento en los últimos años, la aproximación teórica ofrece una forma más eficiente de organizar el conocimiento; sin embargo, al mismo tiempo hace la química más difícil de aprender por los estudiantes.

Dentre as quais destacamos a 9 e a 10, a premissa 9 afirma a inexistência de uma Filosofia da Ciência para se pensar a organização do conhecimento a nível currículo. Na premissa 10, é descrita a passagem de uma organização do conhecimento químico do nível descritivo para a abordagem teórica, tornando o processo de ensino aprendizagem mais complexo para o aluno.

Diante disso, Ribeiro (2014) vai trazer aspectos de uma dimensão importante na organização do conhecimento químico.

O ensino de química foi inicialmente descritivo e classificatório, com muita ênfase nos aspectos demonstrativos e, portanto, na dimensão classificatória e em conteúdos factuais, a química descritiva. Depois, com a reforma proposta por Justus Liebig, o ensino passou a ser experimental, com bastante ênfase no laboratório como elemento central e estruturador do ensino. Atualmente, o laboratório inclui a dimensão diagramática pelo uso dos recursos informacionais e de modelagem (RIBEIRO, 2014, p. 315).

Um aspecto importante dentro dessa discussão é que o Ensino de Química ainda não dialoga de forma incisiva, com trabalhos de investigação consolidados para uma justaposição entre as questões em aberto.

Fazendo uma relação direta entre a forma de pensar o conhecimento químico e o currículo, Ribeiro (2014), constrói um estudo que incide sobre a influência da Química e da Física no conhecimento químico ao longo dos anos.

Figura 12 – Origens Didáticas da Química

Origens Didáticas da Química

ANTONIE LAVOISIER (1743-1794): O PAPEL DA LINGUAGEM

Química como um sistema linguístico e uma arte combinatória. O ensino de química como linguagem

JUSTUS VON LEIBIG (1803-1873): PESQUISA, LABORATÓRIO, MÉTODOS ATIVOS

Imersão e da vivência em laboratório. Da transmissão mestre-aluno (Indell – Polanyi)

DIMITRI MENDELEEV (1834-1907): SISTEMATIZAÇÃO QUÍMICA

Ontologia química. Organização do conhecimento químico. Classificação química

MICHAEL POLANYI (1891-1976): IMERSÃO, SOCIALIZAÇÃO

O papel da descoberta. Conhecimento tácito

ALEMANHA NO SÉCULO XIX: UNIVERSIDADE E INDÚSTRIA

Intervenção. Axiologia química. Didática pragmática

SÉCULO XX: INFLUÊNCIA DA FÍSICA E DA MATEMÁTICA

Reduccionismo Fiscalista; Química Teórica e Computacional

marcos.ribeiro@uesb.edu.br

Fonte: Ribeiro (2021)

Ribeiro (2021) tem proposto a organização acima com os principais padrões históricos da Didática Química. Nesse sentido, entendemos como padrão uma forma de atuação de um sistema pedagógico ao longo de determinado tempo.

Destaca-se como sendo um dos primeiros padrões, influenciado por Antonie Lavoisier (1743-1794), do qual incide sobre a singularidade de uma linguagem científica com nuances de um aprofundamento na nomenclatura Química. Um padrão didático que denota o Ensino de Química como linguagem (RIBEIRO, 2014; 2021). Nesse sentido, Laszlo (2012) tem defendido a alfabetização científica como um processo determinante no sistema pedagógico da Química, utilizando-se da linguagem como um padrão essencial no percurso didático da Química.

Justus Von Liebig (1803-1873) introduz um padrão didático importante no que concerne a utilização do laboratório como um espaço característico e fundamental para

a realização de atividades de Ensino de Química. O primeiro padrão, já apresentado, foi mais tarde atualizado por Dimitri Mendeleev (1834-1907), que além da questão da linguagem como fundamento do Ensino de Química, ressalta a importância da lógica e de um sistema de classificação eficiente para a organização do conhecimento químico.

Em Michael Polanyi (1891-1976), encontramos a noção de conhecimento tácito e a importância da socialização e dos processos de descoberta e evolução que permeiam a Ciência Química. Um dos últimos padrões, destacado na figura 12, apresenta o contexto da Alemanha no século XIX, onde traz consigo a importância da universidade, indústria e mercado (RIBEIRO, 2021). Destaca-se aqui, uma didática pragmática com singularidades de um modelo de intervenção prática das atividades de ensino. Nesse padrão, há o desenvolvimento da Química Orgânica e a presença de um forte sistema axiológico.

Salientamos em vermelho, ainda na figura 12, uma percepção de padrão didático da Química que historicamente fica evidente no século XX, há uma influência da Física e da Matemática no sistema pedagógico da Química, o reducionismo opera de forma evidente através de fatos como a explicação da ligação Química e do átomo numa perspectiva teórica, através da matematização e uso da Física como base fundamental desse novo padrão (RIBEIRO, 2021).

Considerando os padrões apresentados e com base nas discussões da atualidade, analisando a evolução da Didática da Química, fica perceptível que alguns destes padrões são privilegiados em detrimento de outros. Ribeiro (2021), afirma que os padrões atuais da Didática da Química “não têm considerado a centralidade da pesquisa, dos métodos ativos, da socialização, do papel da descoberta, das heurísticas, da relação com a indústria e o mercado, influenciado por uma visão fisicalista, numa lógica dedutivista” (RIBEIRO, 2021, p. 30).

Compreender os padrões didáticos da Química viabiliza uma discussão mais consistente sobre o futuro do sistema pedagógico da Química. Aspectos aqui discutidos podem ser aprofundados a fim de ampliar essa discussão em uma perspectiva curricular, nos cursos de formação de profissionais da Química.

3.3.7 O positivismo lógico como a principal marca do currículo de Química: van Aalsvoor

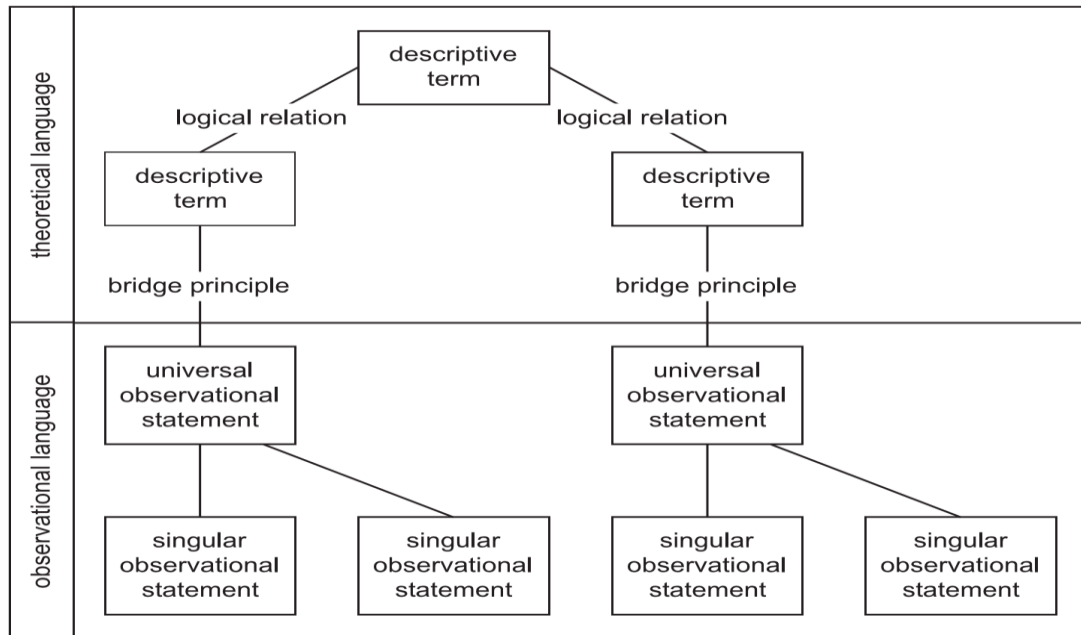
Van Aalsvoor (2004) é um dos poucos autores a problematizar este tema no ensino de Química, ele considera algumas características importantes da Educação Química influenciada pelo Positivismo Lógico.

Primeiramente, os conteúdos de Química são representados pelo modelo teórico do positivismo lógico a partir de duas linguagens distintas: observacional (declaração singular e universal) e teórica (cálculo, termos descritivos e princípios de ponte) e as estratégias baseadas na teoria do ciclo empírico. Neste contexto, o aluno é considerado como cientista e a formação profissional é considerada como primordial. O cientista é o modelo para o cidadão. A Educação Química como sinônimo de Ciência normal, ou seja, ensina-se os produtos da Ciência e não o processo. Por fim, a Ciência e Tecnologia são debatidas de forma racional, ou seja, no currículo, Ciência e Tecnologia são aceitas como ato de fé, sendo a Ciência a que detém maior hierarquia em relação à Tecnologia.

Van Koningsveld (1987) divide-as em duas linguagens distintas: observacional e teórica. A linguagem observacional é dividida em duas declarações, sendo elas singulares, que são consideradas a base de toda Ciência possuindo aspectos empíricos, devendo ser imparcial e livre de preconceitos e as universais que são mais palpáveis e detalhadas, obtidas pela generalização das declarações observacionais singulares.

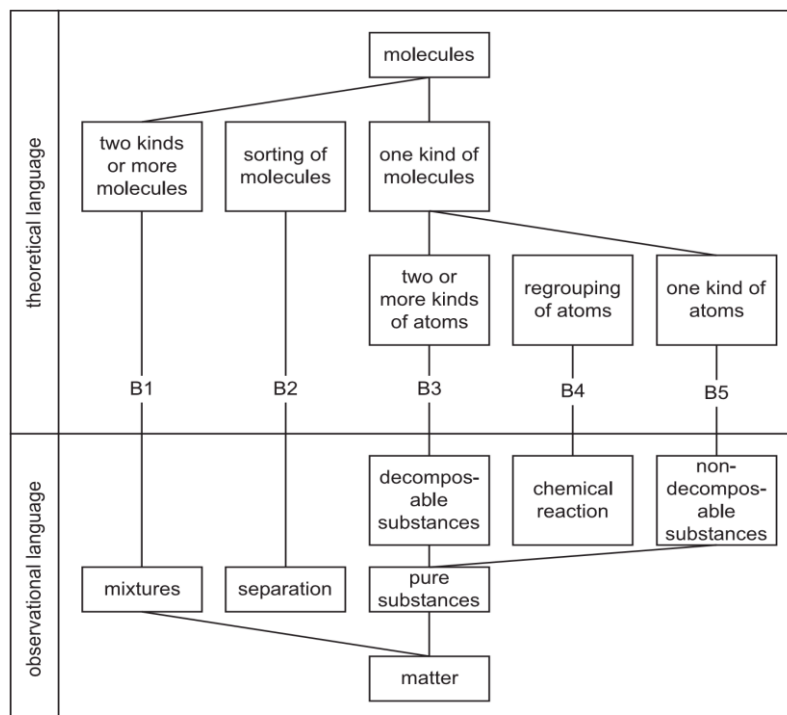
A linguagem teórica, diz respeito aos cálculos e pode ser classificada como termos descritivos (Nagel) ou princípios (Hempel), regras de correspondência (Nagel) ou princípios de ponte (Hempel). A relação lógica ocasionada pelo Positivismo Lógico influencia diretamente no modo como o Ensino de Química opera, realizando mudanças sutis nos conceitos e forma de classificação dos processos (Van Aalsvoort, 2004). Nas figuras abaixo são apresentados os conteúdos de Química conforme o positivismo lógico, priorizando duas linguagens, observacional e teórica é apresentado os princípios de ponte.

Figura 13 – Organização dos conteúdos científicos conforme o positivismo lógico



Fonte: Van Aalsvoot (2004, p. 45)

Figura 14 – Organização dos conteúdos de acordo com o positivismo lógico – exemplo da Química



- B1: mixtures consist of two or more kinds of molecules
 B2: a separation is the sorting of molecules
 B3: decomposable substances consist of one kind of molecules which consist of two or more kinds of atoms
 B4: a chemical reaction is the regrouping of atoms
 B5: non-decomposable substances consist of one kind of atoms

Fonte: Van Aalsvoot (2004, p. 47).

3.3.8 Educação Química como exemplo de Ciência normal: perspectiva de Van Berkel

Em um trabalho realizado por Bernad Van Barkel, encontramos algumas questões pertinentes para a discussão da temática aqui desenvolvida. O autor busca responder qual é a estrutura dos conceitos químicos e das relações químicas presentes nos livros escolares de Química, e porque as reformas do atual currículo escolar de Química levam apenas a mudanças marginais.

Nesse sentido, a existência de uma estrutura comum e dominante caracteriza os cursos de formação de químicos e tem um reflexo na educação básica, na formação do cidadão.

Algumas tentativas de mudanças no currículo se mostraram pouco eficientes, dentre elas a "química para o cidadão". A proposta era de um curso de formação Química mais atrelada às questões do cotidiano, contudo, na prática não foi mais que

uma “química do papel” ou de “sistema fechado”. Como um contraponto ao que se esperava, as mudanças foram apenas marginais.

Levando em consideração a situação explanada acima, um questionamento merece ser levantado, nesse sentido "porque o objetivo do modelo de Química para o cidadão não foi alcançado?". Uma possível resposta para esse questionamento é levantada por Van Berkel, quando afirma existir uma séria tensão entre o objetivo do curso “química para o cidadão” e a estrutura conceitual tradicional da Química escolar usada nos cursos de Química.

Não é difícil ver que a maioria dos alunos do ensino médio, de qualquer curso ou tipo de escola, não escolheria continuar seus estudos em Química, é quase senso comum. Mas, voltando a tentativa mal-sucedida da implementação de um modelo curricular de Química para o cidadão, Van Berkel levantou a hipótese de que esse fenômeno curricular pudesse não ser apenas de cunho local, mas talvez tivesse um caráter global.

Berkel argumenta que seria necessária uma descrição válida do conteúdo e da estrutura da Química como disciplina escolar, a fim de analisar e, possivelmente, superar, por meio de reformas da Química escolar, a tensão entre objetivo e estrutura da Educação Química.

Pensar a Educação Química considerando um contexto de universalidade e praticidade do conhecimento requer uma mudança de postura na forma como a Química é ensinada.

A educação é uma empresa conservadora e não muda muito rapidamente. Eu acho que a mudança na educação química tem que vir do reconhecimento do fato de que 99,9% da população não vai ser químico (Hargittai, 2000, p. 208).

Assim, a maioria dos alunos não recebe uma Educação Química adequada de acordo com suas necessidades. A decisão pela Química está diretamente relacionada à forma como ela é ensinada na educação básica, uma Química com fundamentos desprendidos de questões de interesse reais.

Vários profissionais da Educação Química, pesquisadores e professores têm trabalhado arduamente para mostrar que a Química pode contribuir, e em certa medida já está contribuindo, para esses novos cursos de Química, ou seja, para uma escolarização em que seja relevante e significativa para os estudantes ou o público em geral. No entanto, ainda existe muito trabalho que precisa ser feito.

O problema da estrutura da Química escolar atual surgiu inicialmente, junto com o problema da fuga, de uma raiz social, ou seja, uma tentativa mal-sucedida de reforma da Química escolar. Porém não há nenhuma mudança efetiva nos currículos de Química.

Van Berkel discute ainda algumas questões relacionadas à sua experiência diante de um contexto que lhe proporcionou reflexões, acerca da forma como o conhecimento químico era abordado. Muitas inquietações se deram desde o seu ensino médio, nesse recorte temporal ele pôde resgatar suas memórias que estavam diretamente relacionadas à análise dos livros-textos que traziam proposições semelhantes a receituários, sem aprendizagem efetiva e que levavam apenas a reprodução.

Na sua graduação, considerando que ele teve percepções que confrontaram teoria e prática, percebeu-se que não mudou muita coisa desde a educação básica, uma das poucas diferenças estava relacionada ao número e a complexidade dos livros, que eram bem maiores. Berkel afirma ainda que:

Nos cursos de graduação em química, obtive uma visão um tanto fragmentária da química como disciplina, retratada em vários livros didáticos e "livros de receitas". Isso não me deu uma imagem coerente da química como ciência. Algo que pudesse ter fornecido uma visão geral, como um curso de história ou filosofia da ciência ou química, não estava disponível, ou pelo menos não era conhecido por mim, e certamente não era obrigatório (BERKEL, 2005 p. 32).

Ao perceber que a estrutura do curso de graduação em Química era apenas uma fileira de disciplinas a serem cursadas para garantir uma titulação, Berkel começou a se interessar por Filosofia da Ciência. Foi a partir de suas experiências com Filosofia da Ciência que o pesquisador começou a compreender sobre a estrutura da Ciência e a formulação de teorias. Há que se ressaltar que nenhum desses aspectos históricos e

filosóficos foram abordados na construção do conhecimento químico, ao longo da sua graduação. Berkel sinaliza que vários outros colegas passaram por inquietações semelhantes, mas que não aprofundaram em busca de uma coerência estrutural, mesmo considerando que boa parte seguiu carreira fazendo pesquisas em Química e por consequência se tornaram professores.

Ainda em busca de compreender as questões concernentes à estrutura do conhecimento químico, Berkel participou de um curso de formação de professores, em que ele foi capaz de relacionar questões da Química e da Educação Química num viés mais substancial. Ao finalizar esse processo, o autor afirma que tinha uma ideia da estrutura conceitual da Química escolar. Berkel questionava o porquê de não ter visto nem um esboço de uma estrutura conceitual da Química escolar, talvez não na escola, mas pelo menos na universidade.

Diante de suas experiências e das possibilidades de reflexão que foram surgindo, Berkel se aproximou do campo da Educação Química, com motivações concretas e que poderiam ganhar subsídios teóricos, sustentados por um modelo de pesquisa eficiente. Nesse sentido, o problema da estrutura conceitual da Química poderia ser investigado por ele, e sobre esse assunto, Berkel elencou em seu trabalho de doutoramento vários questionamentos pertinentes:

Existem diferenças ao longo do tempo ou local? Por que a estrutura da química escolar é tão invisível? Como é possível que, apesar de grandes reformas, neste e em outros países, a estrutura permaneça mais ou menos a mesma? Por que é tão rígido? Isso levou aos dois principais problemas mencionados antes. Primeiro, qual é a estrutura da química escolar, ou seja, quais são seus elementos, relações e estrutura? Em segundo lugar, por que essa estrutura é tão resistente às reformas na educação química, ou, como a chamamos mais tarde, por que a química escolar é tão rígida? (BERKEL, 2005, p. 11).

Berkel trouxe muitas inquietações à luz de sua pesquisa, mas é imprescindível que destaquemos a estrutura oculta, constatado por ele que a estrutura da Química escolar atual é um fenômeno curricular internacional, e que isso aumenta a urgência de mudar o estado atual da Química escolar, local ou globalmente. Segundo Berkel,

“A estrutura da Química como disciplina escolar não coincide com a estrutura da Química como disciplina”.

Berkel considera os pressupostos de Kuhn e caracteriza o itinerário formativo do químico, como um currículo dominante caracterizado por uma estrutura de Ciência normal.

O capítulo dois da tese do Van Berkel (2005), destaca o conceito de educação científica normal, atrelada à teoria de Kuhn, sobre “as estruturas das revoluções científicas”. Nesse sentido, Berkel aponta a questão do Ensino de Química como uma ilustração de uma Ciência normal, que não sofre crise e perpetua num modelo de estrutura dominante. A afirmativa inicial é de que o currículo de Química é uma forma de educação científica normal, entendemos por educação científica normal, o currículo carregado por direcionamentos de dogmas e instâncias prejudiciais a compreensão do futuro profissional de Química.

Ciência normal é quando há um consenso entre a comunidade científica e que diz respeito a um paradigma vigente, historicamente a comunidade científica pode ser identificada pelos termos “cidade científica” e “comunidade de sábios”. Paradigma é um certo consenso de problemas que devem ser estudados e pesquisados. Diante das questões até aqui apresentadas, a questão do currículo dominante de Química perdura numa dinâmica em que o processo educativo fica sujeito a transmissão dos valores e crenças do paradigma vigente.

Se o currículo de Química é regido por uma estrutura predominantemente de educação científica normal, podemos elencar alguns limites no processo formativo, considerando que a Ciência é mutável e, uma Ciência eminentemente “normal” não sofre crise e, conseqüentemente, não evolui. E neste sentido, o cientista reproduz a Ciência normal, a técnica, o roteirismo, há apenas uma reprodução do modelo pronto de Ciência.

A Ciência normal é acrítica, e confrontando as perspectivas de Kuhn e Popper, a Ciência precisa trazer subsídios para a formação de um cientista crítico. O currículo que teve mudanças sutis em seu contexto mais geral, ao longo dos anos, permanece

com um núcleo dominante e que pode ser caracterizado por Ciência normal, o que leva a enormes prejuízos na formação dos profissionais.

A Química vem sendo ensinada como Ciência pronta, demonstração de forma acrítica, dogma de fé na explicação das questões. A Ciência normal incita um ciclo de repetições dentro do contexto de ensino aprendizagem.

3.3.9 O currículo oculto de Química: rígido internamente e isolado externamente

Uma das principais influências do positivismo lógico no Ensino de Química é produzir um currículo oculto. Ou seja, currículo constituído por aqueles aspectos que, sem fazer parte do currículo oficial, explícito, contribuem, de forma implícita, para aprendizagens. Ou seja, o currículo oculta e não transmite explicitamente importantes características. No caso da Química, isso é bem investigado por Ribeiro (2014) que caracteriza alguns estilos cognitivos como as classificações: a fenomenotecnia, processos, relações, heurísticas, pensamento diagramático, dentre outros que são transmitidos tacitamente. Van Berkel (2005) defende que o fisicalismo reduutivo constitui uma estrutura dominante em todo o currículo de Química, em todo o mundo. Essa estrutura, que por ser oculta, tem sido pouco refletida. Chamizo (2009, p. 16) coloca que,

O ensino de Química, praticamente em todo o mundo, pressupõe um currículo quimicamente puro que os alunos devem aprender. Independentemente do nível de escolaridade, indica-se que a Química é uma Ciência (como um ato de fé), que a matéria é composta de átomos e moléculas, que existem alterações Físicas e Químicas e que uma forma de reconhecê-las é através da reação Química, sem dúvida, o coração de qualquer currículo. No entanto, a energia e o tempo associados às reações Químicas parecem ser questões de segunda importância e geralmente são relegadas ou ocupam menos espaço. É esta a estrutura conceitual coerente da Química? Você pode aprender Química de outra maneira? Quais, se houver, são as ideias fundamentais que devem ser consideradas em um currículo básico de Química para que todos os cidadãos possam apreciá-lo? Aprenda, compreenda, aprecie palavras que muitas vezes são vazias de conteúdo.

Mesmo que muitas propostas curriculares em Química⁵ tenham sido lançadas em todo o mundo⁶ (PILOT e BULTE, 2006), o currículo continua fundado em uma imagem de Ciência reduzida e num cientificismo positivista, rígido internamente e isolado externamente (VAN BERKEL, 2005; VAN BERKEL et al., 2000; VAN BERKEL; DE VOS, 1993; VAN AALSVOORT, 2000, 2004). Essa foi a conclusão do projeto CSSC (*Conceptual Structure of School Chemistry*) (VAN BERKEL, 2005) que consistia em reconhecer se havia uma estrutura comum no Ensino de Química nos diferentes países, identificando suas origens, estrutura e, se necessário, maneiras para modificá-la.

Todo currículo escolar atual de Química tem uma estrutura dominante baseada na teoria corpuscular, que é rigidamente combinado com uma estrutura filosófica, positivismo educacional e uma estrutura pedagógica, a preparação do futuro químico profissional. (CHAMIZO, 2009, P.17).

A síntese do grupo foi apresentada em 10 teses (CHAMIZO, 2007; VAN BERKEL et al., 2000; VAN BERKEL, 2005) e indica que a Educação Química “normal” está isolada de sete principais contextos: do sentido comum, da vida cotidiana, da sociedade, da História e Filosofia da Ciência, da tecnologia, da Química Escolar e da investigação Química atual. O currículo de Química em todo o mundo é caracterizado, portanto, por um positivismo pedagógico e um cientificismo redutor, sendo estas abordagens filosóficas implícitas na prática curricular, o que caracteriza o currículo de Química como oculto. Esta estrutura oculta do currículo de Química é determinada tacitamente pelo positivismo lógico.

3.3.10 Química “agazapada”: conceitos implícitos no currículo

⁵ No caso do Brasil temos algumas posições centradas na prática com foco na cidadania e no protagonismo para citar alguns exemplos.

⁶ Ver como exemplo *The Royal Society of Chemistry: Annual Report 1991*. No mesmo espírito a *American Chemical Society* desenvolveu projetos como *ChemCom* e *Chemistry in Context* e a Alemanha desenvolveu *Chemie Im Kontext*.

A estranheza deste conceito torna a discussão dessa temática extremamente necessária. Talanquer (2011) destaca a Química agazapada tendo como referência uma Ciência em que muitos conceitos são ensinados de forma intuitiva. Nesse sentido, considerando a Química uma Ciência experimental, exata, quantitativa e descritiva, há a necessidade de uma regularização e uniformidade no ensino de seus conceitos.

Em paralelo, o ato educativo de identificação e seleção das ideias centrais (ou conceitos) de uma disciplina não pode ser realizada de forma imparcial e objetiva. O conhecimento é influenciado por questões históricas, culturais, sociais e econômicas, assim como pelo paradigma vigente naquele contexto. Mas, mesmo diante disso, não se pode perder de vista aquilo os fundamentos do ensino de uma disciplina, o seu rigor técnico e a unidade e importância dos principais conceitos.

Em disciplinas como a Física e a Química a influência desses fatores é pouco notada, considerando que há um consenso alcançado na maior parte das teorias e modelos estabelecidos na área. Porém, é nesse cenário que encontramos um problema. A realidade é que pesquisadores e professores desta área não concebem as disciplinas e seu ensino da mesma maneira, gerando um problema. Conceitos como estabilidade, funcionalidade, emergência são transmitidos, intuitivamente, de forma implícita como: uma Química agazapada (TALANQUER, 2011).

A Química agazapada nos ajuda a situar uma questão fundamental dentro da Química que é a distinção entre temas e conceitos. Nesse sentido, como a forma de ensinar Química é variável em diversas dimensões, tem-se um enorme prejuízo quando os conceitos não são aprofundados dentro da perspectiva fiel aquilo que ele representa dentro da Ciência.

3.3.11 Priorização e lugar problemático da Matemática e da Física no currículo inscrito

Trabalhos na área de currículo e formação de professores descrevem as inter-relações da Física e da Matemática nos cursos de formação de professores de Química

(MAXIMIANO, 2018)⁷. Muitos apontam a dificuldade do Cálculo na formação superior⁸.

Iremos aqui destacar dois trabalhos, ambos realizados por estudantes da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), o primeiro traz uma reflexão sobre o conceito de sucesso e fracasso no curso de química e identifica o Cálculo e a Física como a principal causa de insucesso escolar (SIQUEIRA, 2019). A autora relata índices de reprovação de 100 % em alguns semestres, bem como alunos fazendo a disciplinas por até 12 vezes. A autora relata ainda que o currículo típico dos discentes é fazer as disciplinas sem matemática e posteriormente fazer as disciplinas de matemática. Ou seja, os discentes estão fazendo dois cursos, um sem matemática e outro com matemática. Isso, para nós, é uma evidência do problema da matemática e do pensamento fisicalista no curso de química.

Outro trabalho discute o pensamento matemático na formação em Química (CASTRO, 2013). Em uma revisão dos fundamentos matemáticos necessários para a química, a autora formula o diagrama abaixo:

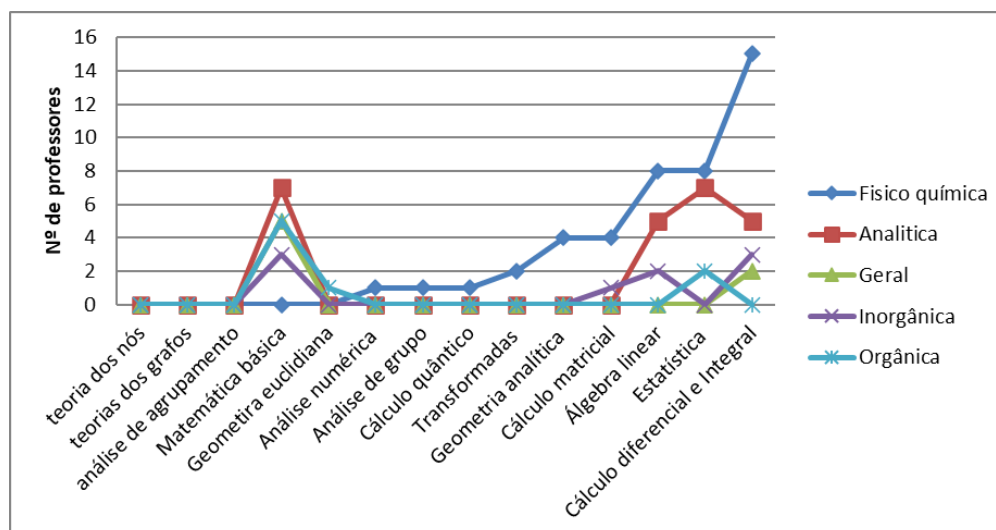
⁷ Maximiano, F. A. (2018). Princípios para o currículo de um curso de Química. **Estudos Avançados**, 32, 225-245.

⁸ REZENDE, W. M. **O ensino de cálculo: dificuldade de natureza epistemológica**. Tese, 2003. Tese. Disponível em: <http://flacso.org.br/files/2017/08/WANDERLEY_REZENDE.pdf> acesso em 05/01/2019.

Figura 15: fundamentos matemáticos da química matemática

Fonte: Castro (2013)

Em pesquisa com 50 doutores no Brasil, a autora afirma que a matemática presente no curso é uma (cálculo infinitesimal, geometria); a matemática que a fronteira da química exige é outra (teoria dos nós, análise de furie, topologia, etc) e a matemática que é utilizada pelos professores é outra (matemática básica, estatística).

Figura 16: Fundamentos matemáticos utilizados pelos os professores de química que responderam os questionários.

Fonte: Castro (2013)

Logo, a presença da Matemática e da Física na formação em Química é um problema ainda em aberto e sem solução no currículo. Entendemos que isso se relaciona com o sistema ideológico do fisicalismo redutivo no currículo.

3.3.12 Superando o problema do fisicalismo redutivo: propostas e intervenções

Baseado na Filosofia da Química e no trabalho de alguns intérpretes para a Educação Química, iremos aqui trazer algumas proposições que buscam superar o fisicalismo.

Uma primeira proposta é feita por Pierre Laszlo, pesquisador sobre a linguagem Química. Laszlo (2012) defende uma proposta de Ensino de Química com base na linguagem, na perspectiva de uma arte combinatória. Ao invés de pensar a Química como uma Física, o autor propõe pensar a Química como um sistema linguístico. O autor completa ainda, que, as estruturas moleculares, tão presentes na Química, podem ser comparadas às palavras. A função do professor teria um foco em guias linguísticos e de interpretação, ensinando seus alunos a construir proposições químicas.

Earley (2004), reconhece a ideologia reducionista no sistema pedagógico da Química e propõe o que ele chama de filosofia de processos para o Ensino de Química. Para o autor, o Ensino da Química deveria passar de uma noção estática de natureza da matéria, para uma noção dinâmica. Sugere ainda que os cursos introdutórios de formação de químicos deveriam trocar a perspectiva analítica pela sintética como forma de estabelecer uma visão mais unificada do conhecimento, buscando a compreensão dos saberes químicos a partir da ideia de origem do universo.

Atrelado a uma perspectiva histórica, Formosinho (1987) propõe uma discussão com base em Polanyi, partindo da ideia de conhecimento tácito, considerando o conhecimento acumulado pelo indivíduo. A ideia de plurissignificação incorpora possibilidades de um Ensino de Química com diversas alternativas metodológicas, possibilitando uma melhor compreensão das representações, leis e modelos da Química.

Ribeiro (2014) propõe a constituição de uma narrativa integradora entre Física, Matemática e Química, uma construção coletiva de um itinerário formativo interdisciplinar. Outra possibilidade que colocamos aqui e não iremos aprofundar é pensar a formação em Química como um sistema triádico, ou seja, com um olho na Biologia e outro na Matemática e Física.

Diante das propostas aqui mencionadas, fica evidente que há um movimento de superação em torno da ação do fisicalismo redutivo no sistema pedagógico da Química. O paradoxo posto em termos do fisicalismo estar presente como um tema central na agenda da Filosofia da Química e pouco presente nas discussões no âmbito da Educação Química pode ser justificado, inclusive, pela presença ainda tímida de discussões filosóficas nos cursos de formação de professores de Química.

3.4 Linhas hipotéticas

Como resultado da investigação realizada temos algumas hipóteses de trabalho.

- O fisicalismo, embora uma filosofia legítima no Ensino de Química, tem operado como um sistema ideológico.
- Neste sentido o Ensino de Química tem tido um caráter fisicalista marcado principalmente pelo dedutivismo; com centralidade do raciocínio matemático e físico, mas construindo pouco o raciocínio químico.
- O Currículo sustenta uma organização fisicalista e apesar do presente estudo não aprofundar nessa vertente, consideramos de suma importância que esta discussão seja ampliada.
- Os cursos de formação inicial em Química reproduzem, a partir de suas matrizes curriculares, um currículo oculto, que corrobora a prevalência de uma perspectiva fisicalista. Isto pode ser evidenciado no valor dos conteúdos da matemática e da física como fundamentos do raciocínio químico. Normalmente estes conteúdos são colocados no início do curso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fisicalismo redutivo está presente como problema ideológico e filosófico nas Ciências Naturais, em especial na Química. Suas origens se encontram situadas ao longo de diversos discursos, tendo por base os ideais de uma Ciência Unificada e contemporaneamente no positivismo lógico.

Apesar do Positivismo Lógico ter sido problematizado e superado em termos teóricos, é tratado como um fundamento teórico que pode ser utilizado para fundamentar a organização curricular, bem como as práticas didáticas e formativas.

Os modos operantes da ideologia, destacados por Thompson (2000), de acordo com a forma de atuação do fisicalismo redutivo na Química. Cabe destacar que os prejuízos em termos de um desacordo com a unidade do conhecimento químico e em relação a própria identidade Química são resultado da interferência ideológica.

Aalsvoort (2004) relata que o Positivismo Lógico considera como válido aqueles conhecimentos que permeiam a universalidade, objetividade, lógica, descritivo e teórico. Já os conhecimentos negligenciados são aqueles que possuem contextos culturais e históricos, sendo apresentados de forma superficial às características universais desses conceitos.

Caracterizamos aqui que o positivismo lógico lega para o currículo de Química uma estrutura dominante e oculta, torna hegemônico uma visão dedutivista no ensino, apesar de reiteradamente reconhecer-se a Química como Ciência experimental e indutiva. Existe uma necessidade de desenvolver uma abordagem “quimista” do currículo de Química que poderia problematizar o pensar, fazer e ensinar desta Ciência?

Nossa investigação avançou no sentido de detectar que a Química é pensada como uma Física aplicada e o reducionismo expressa uma filosofia legítima, mas tornada uma ideologia no contexto pedagógico da Química (RIBEIRO, 2014). As origens do fisicalismo redutivo nos apontaram para uma reflexão pertinente no que diz respeito à discussão dessa temática em torno do Ensino de Química sob a luz da História, Filosofia e Sociologia da Ciência.

Foi notório que as expressões aqui discutidas fomentaram um cenário ainda tímido em relação à abordagem do fisicalismo redutivo tangenciando a Educação Química. Podemos argumentar ainda, que há uma necessidade de mobilizar a área de Educação Química sobre a relevância de estudos que tomem por base pensar o conhecimento químico com uma base teórico-reflexiva da Filosofia da Química.

O discurso reducionista está impregnado na formação do químico e por consequência precisa ser repensado, quando analisado à luz de uma Ciência que busca autonomia. A filosofia tem um grande impacto na forma como as ciências são pensadas, e nesse sentido, reforçamos a necessidade de que a Química busque também esse aporte, considerando a maturidade almejada para a consolidação do conhecimento.

O presente trabalho é uma tentativa de ampliar essa discussão e refletir sobre possibilidades no que tange a temas de Filosofia da Química integrados aos trabalhos da área de ensino. É também uma forma de tornar acessível um panorama geral dos trabalhos em Filosofia da Química que já estão publicados e podem servir de subsídio para outras pesquisas.

Deixamos em aberto várias possibilidades de pesquisa que consideramos como objeto central o fisicalismo redutivo. Nesse sentido, ao identificar que o mesmo é uma ideologia presente no currículo, reiteramos que a díade (Currículo – fisicalismo redutivo) pode ser um viés frutífero para possíveis relações e análises. Acreditamos que trabalhos futuros possam ser realizados a fim de contribuir com o estado da arte desse tema.

Ressaltamos que trabalhos dessa natureza contribuem para o estado da arte da área, além de promover discussões concernentes aos fundamentos filosóficos do ensino de Ciências. Acreditamos que a inclusão de abordagens como essas, nos cursos de formação de professores, pode trazer grandes contribuições para a construção de práticas curriculares e formativas mais esclarecidas.

REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, N. **Dicionário de filosofia**. 5. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

ABRANTES, P. C. C. **Introdução: o que é Filosofia da Biologia?** In: ABRANTES, Paulo C. (Org.). *Filosofia da Biologia*. 2.ed. Seropédica, RJ: PPGFIL-UFRRJ, p. 2-36. 2018.

ADÚRIZ-BRAVO, A. A. **Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias**. Trabalho de conclusão de curso (tese de Doutorado) - Universitat Atonoma de Barcelona, Barcelona. 2001.

APPLE, M. **Ideologia e currículo**. (3ª ed.) Porto Alegre: Artmed. 2006.

ARANHA, M. L. de A.; MARTINS, M. H. P. **Filosofando - Introdução à Filosofia**. São Paulo: Moderna, 1993.

ARMSTRONG, Diane Lucia de Paula. **Fundamentos Filosóficos do ensino de ciências naturais**. Curitiba: Ibpx, 2008.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5ª. ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2011.

BAIRD, D.; SCERRI, E.; MCINTYRE, L. (eds). **Philosophy of Chemistry: synthesis of a new discipline**. Dordrecht: Springer, 2006.

BARRETO, Uarison Rodrigues. **Ensino de ciências, desacordos e autonomia intelectual**. 2021. 133 f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2021.

BARRETO, Uarison Rodrigues; SILVA, Lisandro Bacelar; BEJARANO, Nelson Rui Ribas; RIBEIRO, Marcos Antônio Pinto. **Uma agenda de problemas sobre a linguagem química discutidos pela filosofia da química para o ensino de química**. In XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ). Anais. Florianópolis, SC, 2016.

BENSAUDE VINCENT, Bernadette; NUROCK, Vanessa. **Ethique des nanotechnologies. Traité de bioéthique**, v. 1, p. 355-369, 2010.

BENSAUDE-VINCENT, B. La chimie: un statut toujours problématique dans la classification du savoir. **Revue de synthèse**, 115(1), 135-148, 1994.

BRANDÃO, A. R. P. A postura do positivismo com relação às Ciências humanas. **Theoria - Revista Eletrônica de Filosofia**, v. 3, n. 6, p. 80-105, 2011.

BRITO, T. M. Aproximações entre natureza, ciência e arte em friedrich wilhelm joseph von schelling. *Problemata: Revista Internacional de Filosofia*, 7(2), 5-23. 2016.

BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E.; BURDGE, J. R. **Química: A Ciência Central**. 9ª. ed. São Paulo: Editora Pearson Prentice Hall, 2005.

CASTRO, J. (2013). O pensamento matemático na química. Trabalho de conclusão de curso. UESB.

CHAMIZO J. A. (2009). A Filosofia de la quimica: Sobre el método y los modelos. **Educacion quimica**, [S.l.], v.20, n.1, p.6-11.

CHAMIZO, J. (2007). El curriculum oculto en la enseñanza de la Química. In: JACOB, Bachelard, C.; E., Scerri (eds.). **La esencia de la Química**. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

CHAMIZO, J. A. El conocimiento químico. In: CHAMIZO, J. A. (Coord.) **Historia y Filosofia de la Química**: aportes para la enseñanza. México: Siglo XXI, 2010, p.210-236.

CHAMIZO, José Antonio. El curriculum oculto en la enseñanza de la química. **Educación química**, v. 12, n. 4, p. 194-198, 2001.

CHANG, Raymond. **Química Geral: conceitos essenciais**. 4ª ed. AMGH Editora Ltda. São Paulo. 2010.

COMTE, A. Curso de Filosofia Positiva. Em: Os Pensadores. Tradução de José Arthur Giannotti. 2.ed. São Paulo: **Abril Cultural**, 1983.

COMTE, Auguste. Coleção os pensadores. **São Paulo: Abril Cultural**, p. p117-318, 1978.

COMTE, Auguste. *Curso de Filosofia Positiva*. Em: *Os Pensadores*. Tradução de José Arthur Giannotti. 2.ed. São Paulo: Abril Cultural, 1983.

CUNHA, I. F. da. Uma discussão sobre a unidade da Ciência: Neurath e a utopia da Ciência unificada. **Scientiae Studia**, v. 13, n. 1, p. 97-122, 2015.

DA SILVA, Lisandro Bacelar et al. A Filosofia da Ciência e a Filosofia da Química: Uma Perspectiva Contemporânea. **Revista Ideação**, 2018.

DE LOURDES BACHA, Maria. Comte e Peirce, sobre a classificação das ciências: o status da matemática. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 9, p. 75-91, 2014.

DEMO, P. **Metodologia Científica em Ciências Sociais**. São Paulo: Atlas, 1995.

DEMO, P. **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2000.

Eichler, Marcelo Leandro. Uma aproximação pouco usual: a epistemologia de Jean Piaget e a Filosofia da Química. In. **Filosofia da Química no Brasil** [recurso eletrônico] / Jackson Gois; Marcos Antônio Pinto Ribeiro (Orgs.) - Porto Alegre, RS: Editora Fi, p. 123 - 142, 2019.

EL-HANI, C. N.; SEPÚLVEDA, C. Analisando as relações entre educação científica e educação religiosa. II. O uso de casos históricos de cientistas com crenças religiosas como ferramentas na formação de professores. **Atas do III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**, 2001.

ERDURAN, Sibel. Applying the philosophical concept of reduction to the chemistry of water: Implications for chemical education. **Science & Education**, v. 14, n. 2, p. 161-171, 2005.

ERDURAN, Sibel. Beyond philosophical confusion: establishing the role of philosophy of chemistry in chemical education research. **International History, Philosophy and Science Teaching Conference**. Leeds, July 2005, p. 1- 24.

FERREIRA, T. A. S.; MATOS, M. S. Considerações Éticas sobre a Natureza das Evidências nas Terapias Analítico-Comportamentais. **Revista Perspectivas em Análise do Comportamento**, v. 10, n. 1, p. 16-26, 2019.

FEYERABEND, P. *Contra o método*. 3. ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1977.

FLACK, P. Z. S.; DEL PINO, J. C. Afinal, para que servem a História e a Filosofia da Biologia?. **Educação Por Escrito**, v. 7, n. 2, p. 236-252, 2016.

FREIRE, M. S. **Perfil conceitual de química: contribuições para uma análise da natureza da química e do seu ensino**. 2017. 255 f. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017.

FREIRE, M. S. **Perfil conceitual de química: contribuições para uma análise da natureza da química e do seu ensino**. 2017. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências). Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife, 2017.

GARAY, Fredy Ramon Garay. **O estatuto das entidades teóricas no livro "the principles of chemistry" de d. Mendeleev: implicações para a educação química**. 2013. 215 f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

GOIS, J.; RIBEIRO, M. A. P. **Filosofia da Química no Brasil** [recurso eletrônico] / Jackson Gois; Marcos Antônio Pinto Ribeiro (Orgs.) - Porto Alegre, RS: Editora Fi, 2019.

GOMES, N. Os progressos da Filosofia no século XX. **Um Século de Conhecimento: Arte, Filosofia, Ciência e Tecnologia no século XX. Brasília: Editora Universidade de Brasília**, p. 795-871, 2011.

GOMES, Nelson. Os progressos da filosofia no século XX. **Um Século de Conhecimento: Arte, Filosofia, Ciência e Tecnologia no século XX. Brasília: Editora Universidade de Brasília**, p. 795-871, 2011.

HAHN, H; NEURATH, O.; CARNAP, R. A concepção científica do mundo- O círculo de Viena. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**. vol.10, p. 5-20, 1986.

HIRAYAMA, M. P. **As concepções de professores de química sobre a utilização de elementos da história e filosofia da ciência no ensino**. 2015. 318 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

ISKANDAR, Jamil Ibrahim; LEAL, Maria Rute. Sobre positivismo e educação. **Revista Diálogo Educacional**, v. 3, n. 7, p. 89-94, 2002.

KAVALEK, D. S. **Átomo Representação e Filosofia da Química: caminhos para a transição da linguagem diagramática para a discursiva em aulas da educação básica**. 2016. 118 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) - Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

KAVALEK, D. S; SOUZA, DIOGO, O.; DEL PINO, Jose C.; RIBEIRO, M. A. P. Filosofia e História da Química para educadores em Química. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 12, p. 1-13, 2015.

KOTZ, J.C.; TREICHEL, P. M.; WEAVER, G.C. **Química Geral e Reações Químicas**. Volume 1. 6ª ed. São Paulo. Cengage Learning, 2009.

LABARCA, M. La filosofía de la Química en la filosofía de la ciencia contemporánea. **Redes**, v. 11, n. 21, p. 155-171, 2005.

LABARCA, Martín. Los límites del reduccionismo en Química. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática**, v. 3, n. 1, p. 01-16, 2019.

LABARCA, Martin; BEJARANO, Nelson; EICHLER, Marcelo L. Química e Filosofia: rumo a uma frutífera colaboração. **Química Nova**, v. 36, n8, p. 1256-1266, 2013.

LABARCA, Martín; LOMBARDI, Olimpia. The end of the dream of unity. **Current Science (00113891)**, v. 94, n. 4, 2008.

LABARCA, Martín; LOMBARDI, Olimpia. The philosophy of chemistry as a new resource for chemistry education. **Journal of Chemical Education**, v. 84, n. 1, p. 187, 2007.

LABURÚ, C. E., ARRUDA, S. D. M., & NARDI, R. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. *Ciência & Educação* (Bauru), 9, 247-260, 2003.

LACERDA, G. B. de. Augusto Comte e o “positivismo” redescoberto. **Revista de Sociologia e Política**, v. 17, n. 34, p. 319-343, 2009.

LACERDA, Gustavo Biscaia de. Augusto Comte e o “positivismo” redescoberto. **Revista de Sociologia e Política**, v. 17, n. 34, p. 319-343, 2009.

LAIDLER, K. J. **The World of Physical Chemistry**. p.233-283. Oxford Univ. Press; 1993.

LAMŽA, L. How much history can chemistry take? **HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry**, Berlin, v.16, n.2, p.104-120, 2010.

LASZLO, P. Towards teaching chemistry as a language. **Science & Education**, New York, online first, 23 mar. 2012.

LASZLO, Pierre. Towards teaching chemistry as a language. **Science & Education**, v. 22, n. 7, p. 1669-1706, 2013.

LEMES, A. F. G.; PORTO, P. A. Introdução à Filosofia da Química: uma revisão bibliográfica das questões mais discutidas na área e sua importância para o ensino de Química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 121-147, 2013.

LEMES, A. F. G.; PORTO, P. A. **Particularidades estruturadoras da Ciência Química: alguns pontos explicitados por doutorandos em Química**. VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS-VIII ENPEC- Campinas, São Paulo-5 a, v. 9, 2011.

LEMES, A. F. Introdução à filosofia da química: uma revisão bibliográfica das questões mais discutidas na área e sua importância para o ensino de química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.13, n.3, p.121-147, 2013.

LEMES, Anielli Fabiula Gavioli. **Aspectos filosóficos e educacionais da química: investigando as concepções de doutorandos em química**. 2013. 179 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

LEMES, Anielli Fabiula Gavioli. **Evidência não evidente: as explicações em uma disciplina de química geral**. 2016. 111 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

LOMBARDI, O.; LABARCA, M. The ontological autonomy of the chemical world. **Foundations of Chemistry**, v.7, n.2, p.125-148, 2005.

LOMBARDI, O.; PÉREZ, A. R. En defensa de la autonomía de la Química frente a la Física. Discusión de un problema filosófico. **Historia y Filosofía de la Química**, p. 195-209, 2010.

LOMBARDI, O.; ROSA-PÉREZ, A. En defensa de la autonomía de la química frente a la física. Discusión de un problema filosófico. In: CHAMIZO, J. A. (Coord.) **Historia y Filosofía de la Química: aportes para la enseñanza**. México: Siglo XXI, 2010, p.195-209.

LOMBARDI, Olimpia. ¿ Acerca de qué nos habla la química? Nuevos argumentos en favor de la autonomía ontológica del mundo químico. **Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia**, v. 13, n. 26, 2013.

LORENZANO, P. Sobre la unidad de las ciencias biológicas. **Signos filosóficos**, v. 3, n. 5, 2001.

LORENZANO, Pablo. Sobre la unidad de las ciencias biológicas. **Signos filosóficos**, v. 3, n. 5, 2001.

LÜDKE, M.; ANDRE, M. E.D.A. **A Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2 ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2013.

MAGEE, B. **As idéias de Popper**. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo. 1973.

MARTÍNEZ, L. **A abordagem de questões sociocientíficas na formação continuada de professores de ciências: contribuições e dificuldades**. 2010. 351f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2010.

MARTÍNEZ, L. F. P. **A questão do poder e da ideologia na análise de discurso crítica (ADC)**. Questões socio científicas na prática docente: Ideologia, autonomia e formação de professores [online]. São Paulo: Editora UNESP, 121-130. 2012.

MARTINEZ, Sergio, Fernando. **Reduccionismo em biologia: uma tomografia da relação biologia-sociedade**. In: ABRANTES, Paulo Cesar Coelho (Org.). *Filosofia da Biologia*. Porto Alegre: Artmed, 2011. p. 37-52.

MARTINS, C. B. **O Que é Sociologia**. São Paulo: Brasiliense, 2006.

MARTORANO, S.A.A.; **A transição progressiva dos modelos de ensino sobre cinética química a partir do desenvolvimento histórico do tema**. Tese (Doutorado) – Instituto de Química, faculdade de Educação. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

MAYR, Ernst. **Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

meios de comunicação de massa. 1. Ed. Tradução Grupo de Estudos do Instituto de Psicologia da PUCRS. Petrópolis: Vozes, 427p. 2000.

MOCELLIN, R. C. Louis-Bernard Guyton de Morveau e a revolução química das Luzes. *Scientiae Studia*, 10, 733-758, 2012.

MOREIRA, Armindo. **Professor não é educador**. 3ª edição. Cascavel: [Profeduc], 107p. 2012.

MORIN, E. *et al.* **Os setes saberes necessários à educação do futuro**. Cortez Editora, 2014.

OLIVEIRA, D. A. B. D., & GOMES, V. B. Uma crítica ao reducionismo filosófico da Química à Mecânica Quântica como elemento fundamental para a formação de professor. *Ciência & Educação* (Bauru), 27. 2021.

ORTEGA Y GASSET, J. **A rebelião das massas**. São Paulo: Martins Fontes. 2000.
OUELBANI, M. **O círculo de Viena**. 2ªed. Parábola Editorial, 2009.

PILOT, A.; BULTE, A. M. W. (2006). The use of —contextsl as a challenge for the chemistry curriculum: its successes and the need for further development and understanding. *International Journal of Science Education*, [S.l], v.28, n. 9, p.1087-1112.

PIRES, D. R. G.; RIBEIRO, M. A. P.; LABARCA, M. G. **Fisicalismo redutivo e educação química: uma análise das publicações do ENEQ**. In: Anais do 20º Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ Pernambuco). Anais...Recife (PE) UFRPE/UFPE, 2020. Disponível em:
<<https://www.even3.com.br/anais/ENEQPE2020/248077-FISICALISMO-REDUTIVO-E-EDUCACAO-QUIMICA--UMA-ANALISE-DAS-PUBLICACOES-DO-ENEQ>>. Acesso em: 03/07/2022

POLANYI, M. **Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy**. Chicago: The University of Chicago Press. 1958.

POMBO, O. **Unidade da Ciência: programas, figuras e metáforas**. Lisboa: Duarte Reis, 2006.

PORTOCARRERO, Vera. Panorama do debate acerca das ciências. **Filosofia, História E Sociologia Das Ciências**, v. 1, 1994.

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

PRADO, L. **Pressupostos Epistemológicos e Experimentação no Ensino de Química: O Caso de Lavoisier**. 2015. 233 f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2015.

QUINTANEIRO, T. **Um toque de clássicos: Durkheim, Marx e Weber**. Belo Horizonte: Ed. da UFMG, 1999.

QUINTANEIRO, T.; BARBOSA, M. L. O.; OLIVEIRA, M. G. M. **Um Toque de Clássicos**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2003.

REGNER, A. C. K. P. Feyerabend e o pluralismo metodológico. *Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis*, v.13, n.3, p. 231-247, 1996.

RIBEIRO, M. A. P. & COSTA PEREIRA, D. Constitutive Pluralism of Chemistry: thought planning, curriculum, epistemological and didactic orientations. **Science & Education**, online first 7, January, 2012.

RIBEIRO, M. A. P. A emergência da Filosofia da Química como campo disciplinar. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 16(2), 215-236, 2016.

RIBEIRO, M. A. P. **Integração da Filosofia da Química no currículo de formação inicial de professores. Contributos para uma Filosofia do ensino**, 2014. Tese (Doutorado em Educação. Desenvolvimento Curricular) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2014.

RIBEIRO, M. A. P. Perspectivas não fisicalistas na didática da química. **Educació química**, (29), 28-32. 2021.

RIBEIRO, M. A. P., BEJARANO, N. R. R., & SANTOS, J. A. Filosofia da Química como fundamento do ensino de Química. XVI ENEQ/X EDUQUI. 2012.

RIBEIRO, M. A. P.; Bejarano, N. R. R. **Filosofia da química e currículo: conexões possíveis**. *Filosofía e História de la Ciencia en el Cono Sur*, 337 – 349. 2016.

RIBEIRO, M. A. P.; Pereira, D. C.; Santos, S. B.; Kavalek, D. S. **Proposição de perspectivas filosóficas da educação química**. In: Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Atas... Águas de Lindóia (SP) 2013.

RIBEIRO, M. A. P.; SILVA, W. T.; OLIVEIRA, L. S.; SOUZA, M.; ALMEIDA, D.; SANTOS, L. M. **Pluralismo das Identidades e imagens da Química: Problema ou solução para o ensino e pesquisa em química?** In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ). Anais do XVIII ENEQ. Florianópolis, SC, UFSC. Brasil. p. 1-12. 2016.

ROZENTALSKI, E. F. **Indo além da natureza da ciência: o filosofar sobre a química por meio da ética química**. 2018. 432 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) –

Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

ROZENTALSKI, E. F. **O estatuto ontológico e epistemológico do conceito de orbital em livros didáticos de Química Geral no século XX**: uma análise de seus fundamentos, suas representações e implicações para a aprendizagem. 2013. 169 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) -Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

RUFATTO, Carlos Alberto; CARNEIRO, Marcelo Carbone. A concepção de ciência de Popper e o ensino de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 15, n. 2, p. 269-289, 2009.

RUSSELL, J.B. **Química Geral**. Volumes 1 e 2. 2ª ed. São Paulo: Makron Books, 1994.

RUSSO, Ana Lucia Rodrigues Gama. **Um panorama sobre a história e filosofia da ciência no ensino de química nas dissertações e teses (2011-2015) da área de ensino**. 2018. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto Federal do Rio de Janeiro, Nilópolis, 2018.

SANTOS, C. S. **PROBLEMAS, TENSÕES E DESAFIOS DA FORMAÇÃO SUPERIOR EM QUÍMICA: um estudo no campus de Jequié/BA**. Dissertação de mestrado. UESB. Jequié – Ba. 2021.

SANTOS, S. de J.; RIBEIRO, M. A. P.; LABARCA, M. **Filosofia da classificação no ensino de Química**. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2016, Florianópolis. Anais [...]. Florianópolis: Dpto de Química da Universidade Federal de Santa Catarina (Qmc/Ufsc), 2016. p. 1-12.

SCERRI, E. **Foundations of Chemistry**. New York, Editorial 10, v. 4, p. 1-4, 2002.

SCERRI, E. Philosophical confusion in chemical education research. **Journal of Chemical education**, Vol.80, n. 5, 2004a, pp.468-474.

SCERRI, E. R. The ambiguity of reduction. **HYLE: International Journal for Philosophy of Chemistry**, v. 13, p. 67-81, 2007.

SCERRI, E. R.; MCINTYRE, Lee. The case for the philosophy of chemistry. **Synthese**, v. 111, n. 3, p. 213-232, 1997.

SCHUMMER, J. The methodological pluralism of Chemistry and its philosophical implications. In: SCERRI, E. R. and MCINTYRE, L. **Philosophy of Chemistry**: review a current discipline. Dordrecht: Springer, 2014.

SCHUMMER, J. The methodological pluralism of chemistry and its philosophical implications. In *Philosophy of chemistry* (pp. 57-72). Springer, Dordrecht. 2015.

SCHUMMER, J. The philosophy of chemistry: From infancy towards maturity. In: **Philosophy of chemistry: Synthesis of a new discipline**, ed. D. Bair, E. R. Scerri, & L. MacIntyre, 19-39, 2006.

SILVA, J. C. **O amor por princípio, a ordem por base, o progresso por fim: as propostas do apostolado positivista para a educação brasileira (1870-1930)**. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Educação. São Paulo. 2008.

SILVEIRA, F. L. A filosofia de Karl Popper e suas implicações no ensino da ciência. **Caderno catarinense de ensino de física**. Florianópolis. Vol. 6, n. 2 (ago. 1989), p. 148-162, 1989.

SILVINO, A. M. D. Epistemologia positivista: qual a sua influência hoje? **Psicologia Ciência e profissão**, v. 27, n. 2, p. 276-289, 2007.

SIQUEIRA, S. (2019). Sucesso e insucesso acadêmico nos cursos de química da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, campus de Jequié – BA. Trabalho de conclusão de curso. UESB.

SOUZA, Karina Aparecida de Freitas Dias de. **Estratégias de comunicação em química como índices epistemológicos: análise semiótica das ilustrações recentes em livros didáticos ao longo do século XX**. 2012. 189 f. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo, 2012.

THOMPSON, J., **Ideologia e cultura moderna: teoria social crítica na era dos meios de comunicação de massa**. 9. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

TRIVINOS, A. W. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**. São Paulo: Atlas, 1987.

VAN AALSVOOR, J. J. **Chemistry in products: A cultural-historical approach to initial chemical education**. Breukelen, NL: Proefschrift Universiteit Utrecht. 2000.

VAN AALSVOOR, J. J. Logical positivism as a tool to analyze the problem of Chemistry's lack of relevance in secondary school chemical education. **International Journal of Science Education**, Washigton, v.26, p.1151-1168, 2004.

VAN BERKEL, B. *et al.* Normal science education and its dangers: The case of school chemistry. **Science & Education**, New York, v.9, p.123-159. 2000.

VAN BERKEL, B. **The structure of current school chemistry: A quest for conditions for escape**. Tekst. Proefschrift Universiteit Utrecht. 2005.

VAN BERKEL, B.; DE VOS, W. Structures in School Chemistry. In: H. Kramers-Pals; G. Niehaus (eds.), **Chemiedidactische Forschung, Lopend Onderzoek in de Chemiedidactiek, Proceedings of the Euregio-Conference 1992**, Westarp Wissenschaften, p. 25-33. 1993.

VAN BRAKEL, J. On the neglect of the philosophy of chemistry. **Foundations of Chemistry**, v. 1, n. 2, p. 111-174, 1999.

VAN KONINGSVELD, H. *et al.* Structure of a new deoxygenated etorphine analogue. **Acta Crystallographica Section C: Crystal Structure Communications**, v. 43, n. 12, p. 2384-2386, 1987.

VENEL, G. F. Chymie. In: Diderot, D. & d'Alembert J.R. (Ed.). **Encyclopédie, ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers**. Stuttgart-Bad Cannstatt: Verlag, v. 3. p. 408a-437b. 1967 [1753].

ZATERKA, L.; MOCELLIN, R.C. **Ensaio de História e Filosofia da Química**. São Paulo: Editora Ideias & Letras, 2022.

ZYLBERSZTAJN, A. Teoria final, unificação e reducionismo: opiniões da Comunidade Brasileira de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 1, p. 1-17, mar. 2003.