

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO

MATHEUS DA SILVA SOARES

O ENSINO DE QUÍMICA NA PEDAGOGIA WALDORF

Uberaba

2025

MATHEUS DA SILVA SOARES

O ENSINO DE QUÍMICA NA PEDAGOGIA WALDORF

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação, da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.
Orientador: Prof. Dr. Jonas Bach Júnior

Uberaba
2025

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do
Triângulo Mineiro**

S655e Soares, Matheus da Silva
O Ensino de Química na Pedagogia Waldorf / Matheus da Silva
Soares. -- 2025.
195 p. : il., fig., tab.

Dissertação (Mestrado em Educação). -- Universidade Federal
do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2025
Orientador: Prof. Dr. Jonas Bach Júnior

1. Química - Estudo e ensino. 2. Química (Ensino médio). 3.
Waldorf, Método de educação. 4. Química. I. Bach Júnior, Jonas.
II. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. III. Título.

CDU 54(07)

MATHEUS DA SILVA SOARES

O ENSINO DE QUÍMICA NA PEDAGOGIA WALDORF

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação de concentração “Educação” (Linha de Pesquisa: Fundame

Práticas Educativas) da Universidade Federal do Triângulo Mineiro requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Uberaba, 24 de abril de 2025

Banca Examinadora:

Dr. Jonas Bach Júnior – Orientador
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Dra. Janaína Farias de Ornellas
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Dr. Mikhael Ael Rocha Alves
Universidade de Brasília



Documento assinado eletronicamente por JONAS BACH JUNIOR, Professor do Magistério Superior, em 22/04/2025, às 15:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) e no art. 34 da [Portaria Reitoria/UFTM nº 215, de 16 de julho de 2024](#).



Documento assinado eletronicamente por MIKHAEL AEL ROCHA ALVES, Usuário Externo, em 22/04/2025, às 15:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) e no art. 34 da [Portaria Reitoria/UFTM nº 215, de 16 de julho de 2024](#).



Documento assinado eletronicamente por JANAINA FARIAS DE ORNELLAS, Coordenador(a) do Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática Substituto(a), em 06/05/2025, às 11:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) e no art. 34 da [Portaria Reitoria/UFTM nº 215, de 16 de julho de 2024](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufm.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 1495502 e o código CRC 9BC51380.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, expresso minha gratidão ao CNPq pelo apoio financeiro por meio da bolsa de pesquisa, que foi essencial para que eu pudesse me dedicar a essa investigação e ao meu desenvolvimento profissional. Essa oportunidade foi o reagente inicial que possibilitou a condução deste estudo.

Aos amigos que fiz ao longo desse percurso, meu mais sincero agradecimento. Vocês foram verdadeiros catalisadores das minhas transformações acadêmicas e pessoais. Com vocês, estabeleci ligações significativas, troquei experiências e explorei novos autores, expandindo minha forma de enxergar nosso objeto de estudo. Os cafés compartilhados, as ligações, os momentos de risadas e desabafos atuaram como solventes, dissolvendo as tensões e permitindo que essa reação ocorresse de maneira mais equilibrada e harmoniosa.

Sou igualmente grato ao meu orientador, que, como um reagente essencial, proporcionou a energia de ativação necessária para que eu pudesse seguir adiante, aprimorando meu trabalho e minha trajetória profissional. Também agradeço aos professores da banca, que aceitaram fazer parte deste processo e, com suas observações e reflexões, adicionaram novos elementos e compostos valiosos ao meu desenvolvimento acadêmico.

Minha gratidão se estende à escola Waldorf, que me acolheu de braços abertos, criando um meio reacional favorável para que esta pesquisa se desenvolvesse com fluidez e significado. Agradeço a cada funcionário e professor que compartilhou seu tempo, suas experiências e sua visão, enriquecendo ainda mais este estudo e contribuindo para que sua estrutura final se consolidasse com qualidade.

Por fim, mas não menos importante, dedico um agradecimento especial à minha avó. Diante de tantas adversidades, ela esteve ao meu lado em todos os momentos, sendo a base sólida e o tampão que manteve o equilíbrio emocional necessário para que eu chegasse até aqui. Seu amor, confiança e presença foram a força propulsora que garantiu a continuidade dessa reação, mesmo nos momentos de maior instabilidade.

A todos que, de alguma forma, participaram dessa grande experiência e contribuíram para as transformações que resultaram neste trabalho, meu mais profundo obrigado.

“Só um minuto para cortarem aquela cabeça, e talvez cem anos não nos deem outra igual.”

Joseph-Louis Lagrange

RESUMO

Partindo da percepção recorrente de que o ensino convencional de Química é considerado por estudantes e professores como desinteressante e descontextualizado, esta pesquisa tem como objetivo compreender de que maneira os conceitos da disciplina são abordados e aplicados em instituições que adotam a pedagogia Waldorf, abordagem educacional que busca integrar o conhecimento científico às vivências e ao desenvolvimento integral dos estudantes. Foram utilizados procedimentos como levantamento bibliográfico, entrevistas semiestruturadas com três docentes do ensino médio atuantes nesse modelo pedagógico e observação não participante de aulas. A análise documental seguiu as diretrizes de Bacellar, e os dados empíricos foram tratados com base na análise de conteúdo proposta por Bardin, a partir de registros em diário de campo e transcrição integral das entrevistas. A partir do tratamento do material empírico, emergiram duas categorias principais: da descoberta dos princípios do ensino de Ciências Waldorf à metamorfose do docente e da observação à busca por uma vontade genuína de compreender. Os resultados revelam que os professores de Química vivenciam um processo de transição metodológica e epistemológica ao adotarem o ensino fenomenológico, baseado na observação sensível antes da introdução de conceitos abstratos. Destacam ainda a importância de respeitar o ritmo de desenvolvimento dos alunos, integrar a Química às vivências culturais e emocionais dos estudantes e promover um ensino investigativo, reflexivo e conectado à realidade. Essa abordagem contribui para tornar o ensino de Química mais significativo e humanizado, favorecendo a construção ativa do conhecimento. Conclui-se que a pedagogia Waldorf oferece uma contribuição significativa para o ensino de Química ao promover uma abordagem mais experiencial, sensível e integrada, que respeita o desenvolvimento dos estudantes e evita a abstração precoce dos conceitos. Além disso, evidenciou-se o papel transformador do professor nesse contexto, destacando a importância da formação continuada, da escuta atenta e da adaptação das estratégias pedagógicas.

Palavras-chave: Química; Ensino de Química; Química (Ensino médio); Pedagogia Waldorf; Ensino de Química Waldorf.

ABSTRACT

Recognizing that conventional Chemistry teaching is often perceived by students and teachers as unengaging and disconnected from real-life contexts, this study aims to understand how chemical concepts are approached and applied in institutions that implement Waldorf pedagogy—an educational model that seeks to integrate scientific knowledge with students' lived experiences and holistic development. The research involved a literature review, semi-structured interviews with three high school Chemistry teachers working within this pedagogical framework, and non-participant classroom observations. Document analysis followed Bacellar's guidelines, while empirical data were examined using Bardin's content analysis, based on field notes and full transcriptions of the interviews. Two main categories emerged from the data: *from the discovery of Waldorf science teaching principles to the metamorphosis of the teacher*, and *from observation to the pursuit of a genuine desire to understand*. The findings indicate that teachers undergo a methodological and epistemological shift by adopting phenomenological teaching, which emphasizes sensitive observation before introducing abstract concepts. Participants also emphasized the importance of respecting students' developmental rhythms, connecting Chemistry to cultural and emotional experiences, and fostering investigative and reflective learning. This approach contributes to a more meaningful and humanized Chemistry education by encouraging active knowledge construction. The study concludes that Waldorf pedagogy makes a significant contribution to Chemistry teaching by promoting an experiential, sensitive, and integrated approach that honors student development and avoids premature abstraction. It also underscores the need for ongoing teacher development, active listening, and flexible pedagogical strategies.

Keywords: Chemistry; Chemistry Education; Secondary Schools; Waldorf Pedagogy; Waldorf Chemistry Teaching.

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	8
1	HISTÓRIA DA QUÍMICA.....	14
1.1	A IMPORTÂNCIA DA HISTÓRIA DA QUÍMICA NA COMPREENSÃO DO ENSINO DE QUÍMICA	15
1.2	UM PANORAMA DA HISTÓRIA DA QUÍMICA	17
1.3	REFLEXÕES SOBRE A HISTÓRIA NA QUÍMICA	42
2	HISTÓRIA DO ENSINO DE QUÍMICA NO BRASIL	44
2.1	DO PERÍODO COLONIAL A REFORMA POMBALINA	44
2.2	DO PERÍODO IMPERIAL A REPÚBLICA POPULISTA	53
2.3	DO REGIME MILITAR AOS TEMPOS ATUAIS	67
2.4	OBSERVAÇÕES FINAIS	73
3	O ENSINO DE QUÍMICA NA PEDAGOGIA WALDORF	76
3.1	UMA CONCEPÇÃO DE ENSINO DE CIÊNCIAS	76
3.2	PESQUISAS NO BRASIL SOBRE ENSINO DE CIÊNCIAS WALDORF	82
3.3	A QUÍMICA NO CONTEXTO WALDORF: FUNDAMENTOS FILOSÓFICOS, PRÁTICAS DOCENTES E DESENVOLVIMENTO DO ESTUDANTE	87
3.3.1	A experiência de Eugen Kolisko para o Ensino de Ciências	89
3.3.2	Práticas Pedagógicas na Química Waldorf	95
3.3.3	O ensino de Química no 9º ano na pedagogia Waldorf	100
3.3.4	A relação entre desenvolvimento dos alunos e o currículo na Pedagogia Waldorf	109
3.4	ÚLTIMAS CONSIDERAÇÕES	114
4	METODOLOGIA DA PESQUISA	116
4.1	ABORDAGEM DA PESQUISA	116
4.2	PROCEDIMENTOS TÉCNICOS	117
4.3	PARTICIPANTES DA PESQUISA	120
4.4	ANÁLISE DOS DADOS	122
5	DISCURSOS DOS PROFESSORES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA NO CONTEXTO DA PEDAGOGIA WALDORF	125
5.1	DA DESCOBERTA DOS PRÍNCÍPIOS DO ENSINO DE CIÊNCIAS WALDORF À METAMORFOSE DO DOCENTE	129
5.2	DA OBSERVAÇÃO À BUSCA DA GENUÍNA VONTADE DE COMPREENDER	142
5.3	CONSIDERAÇÕES	178
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	181
	APÊNDICE A – Roteiro de entrevista semiestruturada	185
	REFERÊNCIAS	187

INTRODUÇÃO

A escolha desse tema se deu pela preocupação com a metodologia de ensino de química convencional, da falta de interesse dos alunos com o conteúdo e do estudo de uma nova prática educacional aplicada na química em busca de contribuir para a aprendizagem. Conversando com professores que ministram aulas de química no ensino médio, foi evidenciada uma preocupação nas declarações destes profissionais na qual, descrevem algumas deficiências de conhecimentos básicos como distribuição eletrônica, tipos de ligações, cargas presente em um átomo, dentre outros. Estes déficits se tornam uma barreira para os alunos, impedindo-os de caminharem no desenvolvimento do conhecimento químico, além disso, essa barreira faz com que o aluno não acredite em sua capacidade de aprender os conteúdos relacionados a química que, por sua vez, acaba tornando-a uma disciplina de difícil compreensão. Em conversas informais com alunos do ensino médio, é possível perceber que a Química é reconhecida como uma das disciplinas mais difíceis, juntamente com Física e Matemática. Também é notório, nas falas desses alunos, o esforço que eles exercem para conseguirem condicionar suas mentes para a memorização de conceitos e fórmulas para provas, como também, a utilização de estratégias para conseguirem a aprovação na disciplina. Quando os alunos começam a agir dessa forma, os professores percebem o desinteresse e a falta de atenção em suas aulas causando também, em alguns casos, um desânimo dos professores com a turma levando-os a adotarem, de forma inconsciente ou consciente, o ensino convencional.

Acredita-se que o modelo de ensino convencional é focado em metodologias de memorização e que elas podem proporcionar aos alunos uma pequena (ou nenhuma) compreensão do conteúdo a ser ensinado. Com isso, torna-se difícil a resolução de atividades que envolvam interpretações de reações químicas ou explicações de resultados. Quando associamos os relatos de professores e alunos com todo contexto histórico do ensino convencional, observamos que o ensino atual não se distancia do passado e, a partir destas observações, é possível gerar reflexões que contribuam nas discussões de questões que envolvam a aprendizagem do ensino de química para a contemporaneidade.

Anualmente, são realizados encontros voltados às pesquisas sobre o ensino, representando momentos oportunos para discutir métodos que possam contribuir com a formação dos professores e com a melhoria da aprendizagem. Os métodos de

ensino e as práticas educativas adotadas em sala de aula costumam variar conforme a formação do docente responsável pela disciplina. Contudo, observa-se que a aplicação de propostas pedagógicas inovadoras costuma ocorrer apenas de forma pontual, como em atividades de revisão ou durante aulas ministradas por estagiários, integrantes do Programa de Educação Tutorial (PET) ou da Residência Pedagógica.

Essas experiências alternativas de ensino como práticas experimentais, jogos e metodologias ativas, embora ofereçam aos alunos momentos de aprendizagem mais dinâmicos e significativos, não se integram de maneira contínua à rotina escolar. Como consequência, os estudantes vivenciam breves períodos de ensino mais envolvente, seguidos pelo retorno ao modelo convencional, centrado na exposição teórica e na memorização de conteúdo.

Essa descontinuidade, somada à ausência de políticas públicas eficazes que incentivem e valorizem práticas pedagógicas inovadoras, bem como à carência de formação continuada voltada ao uso de metodologias ativas, dificulta a consolidação de novas abordagens nas escolas. O contraste entre esses momentos pontuais de inovação e a rotina convencional pode gerar frustração e desmotivação, contribuindo para o desinteresse dos alunos em relação à disciplina.

Quando o destaque é a disciplina química, o cenário é mais alarmante, diversos estudiosos a consideram como uma matéria incompreensível e/ou de difícil entendimento (Figueirêdo et.al, 2018, p.3). Devido a essas considerações, tem-se discussões sobre métodos e práticas educativas que podem resultar numa dinâmica de ensino e aprendizagem melhor para os alunos. Segundo Schnetzler (2002), as contribuições das pesquisas para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem ainda não chegam à maioria dos professores que, de fato, são os responsáveis pelo ensino nas escolas desse imenso país. Dentro dessa perspectiva, não é possível se obter um método exclusivo que contemple todas as escolas do país. Além disso, os professores possuem autonomia para desenvolverem métodos de ensino em química que contemplem a realidade do local onde estão inseridos, gerando uma diversidade metodológica para os conteúdos químicos.

Quando o professor inicia sua convivência em sala de aula tende a surgir inúmeros questionamentos, necessitando do aperfeiçoamento constante do profissional de educação (Araújo, 2016, p.7). Sem o aperfeiçoamento pedagógico, os métodos criados podem ser ineficientes, causando um aumento no índice de reprovação e discentes entediados com os conteúdos abordados. Esses fatores

podem proporcionar a falta de interesse pelo conteúdo e pela docência, diminuindo o número de alunos ingressantes nos cursos de licenciaturas.

Em uma reportagem publicada no site da câmara dos deputados em 08 de novembro de 2017, o diretor executivo do Sindicato das Mantenedoras de Ensino Superior (SEMESP) informou que o Brasil corre o risco de ter um “apagão” de professores em um futuro próximo por causa da concentração de matrículas em cursos de bacharelado. De acordo com a notícia, entre 2010 e 2016 os bacharelados cresceram 28%, enquanto as licenciaturas tiveram uma queda de 5% nas matrículas.

Segundo Bachega (2009, p.362):

Observada essa crise de tangência educacional, a Pedagogia Waldorf propõe uma educação baseada no ser humano, respeitando todas as suas qualidades em seus níveis de desenvolvimento tanto intelectual quanto moral e social. Não se pretende aqui dar a receita ou a solução dos problemas educacionais, mas uma alternativa como um meio de formação integral do ser.

A Pedagogia Waldorf adota o processo ensino-aprendizagem segundo a Antroposofia. A metodologia adotada não está centralizada na transmissão de conteúdo, mas sim no desenvolvimento intelectual, psíquico e físico dos alunos. Essa metodologia proporciona um despertar de forma harmônica e não mecanizada na assimilação dos conteúdos. Na Pedagogia Waldorf, o aluno é visto como um ser em constante desenvolvimento e, portanto, é avaliado de maneiras que vão além da forma convencional. Num primeiro momento o aluno pode sentir-se recuado, mas, gradualmente, é conduzido a um novo patamar de aprendizagem e desenvolvimento em relação a si próprio e não aos demais alunos da sala e nem a um modelo pré-estabelecido (Bachega, 2009, p.368).

O ensino de química seguindo a Pedagogia Waldorf é constituído por uma abordagem histórica, onde o avanço sucessivo de cada série estuda exemplos de descobertas e percepções individuais na sequência cronológica do seu desenvolvimento. Os conteúdos são abordados em conjectura com aspectos fenomenológicos, facilitando a compreensão da abstração dos conceitos químicos, sem a necessidade de decorar os conceitos. Diferente do ensino convencional, as aulas são concentradas em períodos com duração de aproximadamente duas horas diárias durante três a quatro semanas seguidas.

O sociólogo francês, Edgar Morin, tem como cerne de seu pensamento a elaboração de um método capaz de favorecer o aprendizado da complexidade do real, tecendo severas críticas à fragmentação do conhecimento, propondo assim, uma reforma do pensamento por meio da prática transdisciplinar (Morin, 2005, p.7). Em uma entrevista para a revista “O GLOBO” (Rangel, 2014) em 17 de agosto de 2014, Morin afirma em uma de suas respostas que:

[...] A escola não ensina o que é o conhecimento, ele é apenas transmitido pelos educadores, o que é um reducionismo. O conhecimento complexo evita o erro, que é cometido, por exemplo, quando um aluno escolhe mal a sua carreira. Por isso eu digo que a educação precisa fornecer subsídios ao ser humano, que precisa lutar contra o erro e a ilusão.

Morin também argumentava que o professor deve reger o conhecimento e ficar sempre atento ao fluxo que está sendo percorrido, elucidando as dúvidas do aluno. Outro ponto apresentado por ele é a transdisciplinaridade, onde é proposto estabelecer relações através das disciplinas a fim de transmitir uma visão do mundo complexo que o aluno está inserido, possibilitando aos indivíduos uma compreensão dos problemas. Ele também ressalta a importância da literatura e das artes no desenvolvimento do conhecimento, enfatizando em suas falas que esses conhecimentos não podem ser colocados em segundo plano.

Ao observar esses aspectos tratados pelo sociólogo Edgar Morin, é possível notar alguma semelhança no ensino aplicado pela Pedagogia Waldorf, que podemos denominá-la como Fenomenologia de Goethe. Segundo Bach Junior (2015, p.77), a fenomenologia de Goethe é intrinsecamente um procedimento participativo que envolve a contínua autoformação do pesquisador. Através dela, é realizado um aprimoramento das capacidades cognitivas do sujeito para a separação entre ideia e fenômeno. Para isso é necessário seguir alguns procedimentos básicos como rompimento das representações habituais, redução de julgamentos, geração de ideias, utilização de conceitos direcionadores, experimentos de julgamentos, diversificação da experiência e coexecução mental do fenômeno natural (Bach Junior, 2013, p.142).

Esses procedimentos básicos permitem ao sujeito permear-se ao objeto para então estar conectado aos aspectos intrínsecos do fenômeno do objeto. Porém aplicar a fenomenologia na prática pode ser algo que requer uma atenção e uma preparação maior do pesquisador, para então compreender realmente todo o processo e

conseguir desenvolver essa prática educativa. Goethe, com seus estudos de botânica, proporcionou alguns exemplos da fenomenologia da natureza para que os pesquisadores conseguissem compreender esses procedimentos. Um dos exemplos apresentados por ele é a metamorfose. Segundo Bach Junior (2013, p.141):

O entendimento da metamorfose das plantas pressupõe o próprio método fenomenológico que, através da descrição dos elementos que compõem o fenômeno, procura chegar a um nível superior de apreensão, condizente com o aspecto intrínseco do objeto observado.

Após compreender esse e outros aspectos fenomenológicos fica mais harmonioso trabalhar os procedimentos citados anteriormente para conseguir aplicar a fenomenologia de Goethe em outras áreas como por exemplo na educação. Rudolf Steiner com a pedagogia Waldorf demonstrou que educar em fenomenologia é educar a si próprio num puro crescimento juntamente com os fenômenos do mundo exterior de tal forma que se adquire gradualmente um sentimento bastante definido sobre este crescimento em conjunto. Porém assumir uma postura fenomenológica na educação é considerar o âmbito educacional em toda a sua complexidade e refletir sobre os modos como cada um age e sente, de acordo com as nuances do seu sentir e como cada um vê o mundo a partir da sua própria experiência e de sua cultura.

Considerando as situações expostas, identificamos a possibilidade de explorar as contribuições da Pedagogia Waldorf, fundamentada na Fenomenologia de Goethe, como uma oportunidade para conhecer uma prática educativa que desenvolve o conhecimento químico de maneira distinta do modelo convencional. Portanto, a questão central desta pesquisa é entender como os conceitos de química são desenvolvidos nas escolas que seguem a pedagogia Waldorf.

Nesse contexto, o objetivo geral desta pesquisa é compreender como os conceitos de Química são abordados e aplicados nas escolas Waldorf. Os objetivos específicos são: (i) entender os princípios teóricos que fundamentam o ensino de química na pedagogia Waldorf; (ii) analisar como as práticas pedagógicas para o ensino de química são desenvolvidas e aplicadas nas escolas Waldorf; e (iii) investigar as percepções e compreensões dos docentes de ensino médio nas escolas Waldorf brasileiras a respeito do ensino de Química.

Para fornecer uma visão geral do que será abordado ao longo desta dissertação, apresentamos a seguir um breve resumo dos capítulos. No primeiro

capítulo, discutiremos a história da química, destacando suas principais fases e avanços. O segundo capítulo oferecerá um panorama da história do ensino de química, explorando diversas abordagens pedagógicas ao longo do tempo. Finalmente, o ensino de química na pedagogia Waldorf será abordado detalhadamente no terceiro capítulo, onde discutiremos suas particularidades e métodos distintivos.

1 HISTÓRIA DA QUÍMICA

No percurso do conhecimento científico, compreender a trajetória histórica de uma disciplina é crucial para uma compreensão mais profunda de seus fundamentos. Neste capítulo, dedicaremos nossa atenção à conscientização do panorama do desenvolvimento histórico da química, constituindo assim uma base sólida para o entendimento do ensino dessa ciência fundamental. Essa jornada será empreendida por meio de uma revisão minuciosa de partes cruciais, visando não apenas destacar eventos marcantes, mas também contextualizar o surgimento de conceitos e teorias que moldaram a química ao longo dos séculos.

Para isso, será apresentado um panorama abrangente da história da química, buscando subsidiar a compreensão do ensino dessa disciplina. A riqueza de experiências e descobertas ao longo do tempo contribuiu não apenas para o avanço do conhecimento científico, mas também para a transformação da sociedade em diferentes épocas. Ao analisarmos o desenvolvimento histórico da química, visamos proporcionar aos leitores uma visão aprofundada e contextualizada, capaz de enriquecer o entendimento sobre as bases que sustentam os conceitos atuais.

No contexto desta pesquisa, é imperativo salientar que a representação de palavras e conceitos em determinadas citações adotará uma abordagem distintiva, materializada pelas aspas angulares, a saber, «PALAVRA». Essa escolha estilística não apenas acrescenta singularidade ao presente estudo, mas, acima de tudo, busca preservar a representação empregada na obra do autor Bernard Vidal (1986).

Adicionalmente, justificamos a seleção do livro de Vidal como fonte primordial para esta explanação. A obra de Vidal não apenas proporciona uma narrativa envolvente da história da química, mas também incorpora uma abordagem pedagógica que alinha o pensamento filosófico e o desenvolvimento conceitual, técnico e industrial, tornando-a uma ferramenta valiosa para nosso propósito educacional. Ao mergulhar nas páginas deste livro, visamos não apenas elucidar conceitos históricos, mas também proporcionar uma experiência enriquecedora e cativante para os leitores interessados na fascinante jornada da química ao longo dos tempos.

1.1 A IMPORTÂNCIA DA HISTÓRIA DA QUÍMICA NA COMPREENSÃO DO ENSINO DE QUÍMICA

O conhecimento histórico da ciência é fundamental para o ensino de ciências, incluindo o ensino de química. Compreender a evolução das teorias científicas ao longo do tempo e os desafios enfrentados por cientistas do passado permite aos alunos apreciar o desenvolvimento gradual do conhecimento científico e a natureza dinâmica da ciência. Além disso, a história da química oferece insights valiosos sobre a origem das principais descobertas e a interconexão de conceitos ao longo dos séculos.

Ao contextualizar os avanços científicos no tempo e no espaço, os estudantes podem adquirir uma visão mais holística e crítica da ciência, tornando-se cientistas mais informados e conscientes do impacto social, ético e ambiental de suas pesquisas e descobertas futuras. Chassot e Veit (1994, p. 167) afirmam que “não basta que se faça a transmissão de conhecimentos químicos, mas é importante que estes conhecimentos sejam instrumentos para melhor se fazer educação”. Portanto, a incorporação do conhecimento da historicidade da ciência no ensino de química é essencial para construir uma base sólida de aprendizado. Ao tornar o conteúdo mais relevante e contextualizado para os alunos, esse enfoque enriquece o desenvolvimento do conhecimento científico (Parisi; Beltran, 2021, p. 29).

A ciência é marcada por uma rica diversidade de temas interdisciplinares em constante evolução, e na química, isso não é diferente. Essa ampla diversidade impulsiona a adoção de abordagens pedagógicas inovadoras, que conectam a química a outras ciências e questões sociais, filosóficas e ambientais. Compreender essa complexidade pode ser desafiador, no entanto, ao reconhecermos a pluralidade que ela proporciona, novas e enriquecedoras visões emergem.

O reconhecimento da pluralidade e complexidade da ciência tem originado estudos, os quais apontam que o ensino sobre ciências deve levar em conta as diferenças entre as disciplinas científicas. Assim, tem-se discutido a importância da consideração de elementos da história e da filosofia da química no aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem dessa ciência (Hirayama; Porto, 2016, p. 8).

Mesmo existindo esse reconhecimento da pluralidade e complexidade da ciência, a inclusão de elementos da história e da filosofia da ciência em suas práticas

tem se apresentado mínimas. Hirayama e Porto (2016, p. 217) apresentam em sua pesquisa que “os docentes pareceram desconhecer as peculiaridades epistemológicas e histórica da química como disciplina científica. Alguns, apresentaram certa resistência e desinteresse em incluir, em sua prática, reflexões filosóficas [...]”.

Os pesquisadores, de forma perspicaz, apresentam reflexões de suma importância sobre esse assunto, auxiliando o educador a compreender toda a complexidade e importância do conhecimento histórico e filosófico na prática docente¹. Nesse sentido, torna-se imprescindível a apresentação e discussão desses aspectos no contexto desta pesquisa. Portanto, abordaremos algumas perspectivas que evidenciam a amplitude histórica do ensino de química.

Na obra "História da Química" do autor Bernard Vidal (1986) é possível adentrar na fascinante evolução dessa ciência ao longo dos séculos, tornando-a uma leitura fundamental para todos os interessados no tema. Escrito originalmente em francês e traduzido para o português, o livro destaca a importância crucial da experimentação e da observação no desenvolvimento dessa ciência, além de explorar a influência enriquecedora de outras áreas do conhecimento, como a filosofia e a medicina.

Sabe-se que há uma imensa discussão sobre o papel da experimentação no ensino de química, e embora ela não seja a salvação para o ensino das ciências, é inegável que contribui significativamente para a aprendizagem, assim como outras estratégias didáticas (GOIS; SILVA, 2014, p. 106). Contudo, o enfoque que o livro proporcionará e que pretendo apresentar é o desenvolvimento dos conhecimentos empíricos, filosóficos e científicos no ensino de química.

A visão panorâmica que a obra proporciona, traça uma fascinante jornada pela história da química, revelando como os conhecimentos e técnicas foram se acumulando e transformando ao longo do tempo. O livro é dividido em capítulos abrangentes que abordam desde os primórdios da pré-história até os avanços científicos da química do século XX, abrangendo também as contribuições cruciais dos filósofos gregos, a influência enriquecedora da alquimia árabe e o papel fundamental dos principais cientistas no desenvolvimento do conhecimento químico.

¹ Para uma compreensão mais aprofundada, recomendamos acessar o referencial: HIRAYAMA, Marcos Paulo; PORTO, Paulo Alves. As concepções de professores de química sobre a utilização de elementos da história e filosofia da ciência no ensino. 2016. Universidade de São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-24062016-155312/>>. Acesso em: 15 jan. 2024.

Na próxima seção, apresentarei uma detalhada descrição da obra, abordando minuciosamente seu conteúdo e organização. Destaco especialmente a amplitude histórica que o livro proporciona ao explorar a evolução dos conhecimentos no contexto do ensino de química. Além disso, apresentarei outros autores que também abordam essa contextualização histórica, enriquecendo assim a compreensão e contextualização do tema tratado.

1.2 UM PANORAMA DA HISTÓRIA DA QUÍMICA

No primeiro capítulo, intitulado "Os conhecimentos da matéria na pré-história e na antiguidade" (Vidal, 1986, p. 9-18), o autor nos conduz por uma fascinante jornada, explorando de maneira abrangente os conhecimentos acerca da matéria ao longo desses períodos históricos. Essa retrospectiva revela a importância vital dos materiais naturais para a sobrevivência humana, bem como a significativa descoberta do fogo, um marco crucial na evolução da humanidade.

Adicionalmente, o livro oferece uma análise detalhada das tradições da química prática na pré-história, elucidando práticas como a utilização de materiais naturais na produção de ferramentas (metalurgia como trabalho técnico, não apenas um ato químico), o emprego de tinturas, a fabricação de bebidas alcoólicas e medicamentos no Egito, a produção de gesso e vidro também no Egito, e ainda a conservação das peles através do curtume, conceituada como "química doméstica".

Segundo Vidal (1986, p. 13), "os conhecimentos anteriores eram predominantemente baseados no empirismo, buscando alcançar objetivos práticos". No entanto, na Grécia Antiga, as atividades técnicas e o trabalho manual eram desvalorizados em comparação com o exercício do intelecto, levando os filósofos a desenvolverem conjuntos teóricos fundamentados na razão e no desejo de conhecimento. Essa mudança ocorreu por volta dos séculos VIII a.C., marcando a primeira dissociação total entre o conhecimento empírico aplicado no cotidiano dos artífices e o conhecimento filosófico dos intelectuais gregos (Vidal, 1986, p. 13).

O desenvolvimento da química, nesse período histórico, apresentava duas correntes distintas: a teoria dos elementos e a teoria atômica. A narrativa prossegue, adentrando nas concepções teóricas dos filósofos gregos, entre eles Tales de Mileto (século VII a.C.), Anaximandro (610-545 a.C.), Anaxímenes (540 a.C.), Parmênides (540-450 a.C.), Empédocles (485-425 a.C.), Anaxágoras (480-428 a.C.), Platão (427-

374 a.C.) e Aristóteles (384-322 a.C.), que desempenharam papéis fundamentais no desenvolvimento das teorias dos elementos. Desses filósofos, Platão e Aristóteles apresentaram formas mais elaboradas da teoria dos elementos (Vidal, 1986, p. 14).

Platão, por exemplo, propôs a visão de que existiam quatro elementos básicos - terra, água, ar e fogo - como os constituintes fundamentais da matéria. Por outro lado, Aristóteles adotou uma abordagem mais tangível para o universo, na qual a matéria era considerada como algo real (Vidal, 1986, p.15).

Com essa linha de pensamento, Aristóteles propôs a ideia da existência de um "substrato" universal que se adaptaria a todas as diversidades e seria capaz de efetuar transformações nos elementos. Essa visão de Aristóteles teve um papel significativo no surgimento da alquimia. Além disso, ele empreendeu esforços para interpretar propriedades intrínsecas da matéria, como o conceito de peso e leveza, que mais tarde serão estudadas por Newton no século XVIII d.C.

A teoria atômica encontra suas raízes nas concepções teóricas de importantes filósofos da antiguidade, como Leucipo (480 a.C.), Demócrito (460-370 a.C.), Epicuro (341-270 a.C.) e Lucrécio (98-55 a.C.). Leucipo e Demócrito foram os precursores dessa abordagem, propondo que toda matéria é composta por partículas minúsculas e indivisíveis, chamadas de átomos. Eles afirmavam que essas partículas possuíam formas e tamanhos variados, e que suas combinações explicavam as propriedades dos materiais observados no mundo. Por outro lado, Lucrécio, ao interpretar as concepções filosóficas de Epicuro, aprimorou e expandiu a explicação do atomismo, tornando-a mais completa e abrangente.

No universo existiria um «alto» e um «baixo» absolutos. Os átomos, transportados pelo seu próprio «peso», caem no vazio imenso, como gosta de chuva. Um declínio imperceptível, devido ao acaso, permite-lhes encontrarem-se, misturarem-se, graças às suas asperezas, aos seus ganchos, produzir agregados, isto é, matéria (Vidal, 1986, p. 17).

Naquela época, Epicuro, por meio de seus trabalhos, buscava apresentar uma visão que libertasse o homem das amarras do medo religioso. No entanto, nas eras medieval e antiga, as preocupações do homem estavam fortemente centradas na salvação divina, o que limitou a disseminação das concepções atômicas na química. Somente na Renascença essas ideias atômicas serão reintroduzidas e ganharão novo vigor no campo da química.

No segundo capítulo, intitulado "A Alquimia: Uma Filosofia Química Experimental" (Vidal, 1986, p. 19-29), o autor nos transporta para a intrigante narrativa da alquimia, uma prática que emergiu durante a Idade Média e floresceu ao longo dos séculos XVII e XVIII. A alquimia, notória por sua busca incessante de transmutar metais em ouro e de desvendar os segredos da lendária pedra filosofal, ocupou um lugar de destaque na evolução da experimentação química, ao mesmo tempo que revelou novos materiais e processos de significativa relevância.

Sua história tem início com a expansão territorial promovida por Alexandre da Macedônia (356-323 a.C.), que ao conquistar novas terras promoveu tanto conhecimentos materiais quanto intelectuais. Essas riquezas atraíram filósofos e investigadores para a cidade Alexandria no Egito após a sua morte. Com a chegada desses filósofos gregos, a cultura grega se entrelaçou com a tradição sacerdotal do Egito, e desse encontro surgiu, entre os séculos III e V d.C., a prática da "Alquimia" (Vidal, 1986, p. 19).

Esse emergente conhecimento químico floresceu em uma sociedade permeada por crenças divinas, sendo concebido como uma arte sagrada legada aos homens pelas próprias deidades. Entretanto, à medida que essa disciplina evoluía, a tentativa de alterar o que era considerado intocável, criado por divindades, tornava-se passível de acusação de bruxaria, e assim, essa prática se transformava em algo clandestino, acessível somente para aqueles considerados merecedores. Conforme apontado por Vidal (1986, p. 21-22):

O saber foi comunicado de uma forma perfeita, acabada, nada lhe pode ser acrescentado, nada lhe pode ser retirado. [...]. A origem divina da alquimia faz com que a investigação proceda de uma liturgia e não de um método científico. O alquimista não manipula; ele oficia; entrega-se a uma técnica espiritual.

Sob essa perspectiva, os alquimistas deram origem à chamada "Arte Real", que proporcionava uma compreensão abrangente tanto do ser humano quanto do cosmos, enaltecendo os aspectos místicos inerentes à alquimia (Vidal, 1986, p. 22). O desenvolvimento contínuo dessa disciplina ao longo da Idade Média na Europa acrescentou elementos que contribuíram para a formação do corpo de conhecimento alquímico. Figuras proeminentes, como Aristóteles e Paracelso, desempenharam papéis significativos no avanço em direção à química moderna, apresentando duas

teorias alquímicas distintas sobre a constituição da matéria: a teoria dos elementos e a teoria dos princípios.

Alicerçados na teoria dos elementos, já previamente discutida, os alquimistas empreenderam a busca pela transformação dos objetos através da manipulação do "substrato". A partir desse substrato, eles aspiravam a moldar novas qualidades e propriedades na matéria. Por exemplo, na tentativa de transmutar o chumbo em ouro, eles acreditavam que seria necessário apagar as características peculiares do chumbo (tais como cor, densidade, maleabilidade, entre outras) e substituí-las pelas características do ouro, de modo a concretizar o processo alquímico.

De acordo com esta visão do cosmo o manipulador, na experiência alquímica, não pode ter a pretensão de criar o que quer que seja. Ele procede a uma espécie de modificação superficial tentando mudar a «forma» revestida pelo substrato indiferenciado da base. Tenta então reduzir o objeto da sua experiência a esse substrato comum para, a partir dele, talhar a nova «forma» por ele desejada. (Vidal, 1986, p. 23)

A teoria dos princípios introduziu a concepção de que as transmutações eram constituídas por três princípios fundamentais: Enxofre, Mercúrio e Sal. É crucial salientar que, nesse contexto, estamos discorrendo sobre propriedades antagônicas e não sobre espécies químicas. Naquela época, esses princípios foram interpretados através de uma lente de reducionismo sexual, em que o Enxofre assumia o papel masculino (ativo, quente, fixo e duro), o Mercúrio era associado ao feminino (passivo, frio, volátil e maleável) e o Sal, ou arsênico, desempenhava o papel de impedir a separação entre o Enxofre e o Mercúrio (Vidal, 1986, p. 23,24).

As características intrínsecas da teoria dos princípios forneceram o alicerce para a concepção análoga dos sete metais conhecidos em relação aos astros que, segundo a crença, influenciavam as experiências mágicas. Esses metais eram: ouro (associado ao Sol e à vida), prata (associada à Lua), cobre (associado a Vênus e ao amor), ferro (associado a Marte e à guerra), chumbo (associado a Saturno), estanho (associado a Júpiter) e mercúrio (associado a Mercúrio). É importante notar que esse conhecimento transcendia o simbolismo, uma vez que se acreditava que os próprios planetas estavam relacionados à origem da formação dos metais.

O alquimista pensava que os planetas estavam na origem da formação dos minerais, que faziam amadurecer biologicamente verdadeiros embriões de metais no seio da matriz terrestre. [...]. Os planetas dirigiam-se assim, em

verdadeiras núpcias, cósmicas, a união do enxofre, princípio macho, e do mercúrio, princípio femea, no seio da terra. (Vidal, 1986, p. 25)

Nesse cenário, emerge a consolidação da visão de vitalismo, elevando a transmutação da matéria a um patamar de atividade biológica. O autor também explora outras características realçando a importância incontestável da experimentação e da observação para a compreensão da natureza dos materiais.

Por meio da experimentação alquímica, novas técnicas foram elaboradas e preciosas descobertas de materiais e processos surgiram. Experiências como a transmutação dos metais, a refinada arte da destilação aprimorada pelos árabes e a investigação das reações explosivas (como a pólvora negra, creditada a Roger Bacon) figuram nesse catálogo. Menciona-se ainda o uso de substâncias químicas como cloreto de amônia, sulfureto de arsênio, além dos ácidos sulfúrico e nítrico, como registrado nas obras de Djabir-Ibn-Hajjan no século VIII d.C. Esses exemplos ilustram a busca incessante dos alquimistas, que se dedicavam incansavelmente a decifrar os mistérios da natureza e a alcançar novos patamares no vasto conhecimento “químico” da época.

No contexto do conhecimento químico, é evidente que a alquimia possuía suas próprias peculiaridades distintas. Esta disciplina não adotava a concepção do átomo, todavia, suas teorias detinham um valor heurístico, formando a fundação da experimentação e servindo como guias práticos. Como afirmado por Vidal (1986, p. 29):

Decididamente, a alquímica apresenta para nós um interesse profundo não tanto pelas instituições vagas e pouco fundamentadas que permitiam percorrê-la, e que procedem de uma ordem de pensamento totalmente estranho ao da ciência, mas sobretudo porque ela permitiu ao homem acumular um conhecimento prático, manipulatório, do objeto químico, e porque ela assim o familiarizou com a matéria, o que acarretou uma dessacralização desta. O Alquimista começou, pois, e é aqui que reside o seu mérito, a preparar o campo de experiências que irá ser necessário aos teóricos dos séculos futuros. (Vidal, 1986, p. 29)

No terceiro capítulo, intitulado "Do Renascimento ao séc. XVII: A Emergência da Química" (Vidal, 1986, p. 31-37), a atenção agora se volta para o papel do ser humano durante a Idade Média, quando um novo período histórico (Renascimento) emergiu no meio do século XVI, trazendo transformações fundamentais na percepção humana e gerando novas abordagens ao conhecimento da época (Costa;

Bongiovanni, 2004, p. 39). Nesse contexto, Paracelso desempenha um papel proeminente, ao dedicar-se a uma química voltada para o benefício humano, notadamente na preparação de medicamentos (Vidal, 1986, p. 31). É notável destacar que as concepções corpusculares (fundamentadas no atomismo) da Antiguidade ressurgirão nas discussões sobre o conhecimento químico deste período.

As atividades experimentais e observacionais desempenharam um papel crucial no refinamento do entendimento dos compostos químicos durante a era da quimiatría, que se concentrava na química aplicada a medicamentos naquela época. Dentro desse contexto, emergiu a preocupação primordial de aprimorar o processo de purificação dos produtos, visando evitar qualquer prejudicial impacto na saúde dos pacientes. Segundo as palavras de Vidal (1986, p. 32), "O experimentador deve estar familiarizado com a identidade das substâncias que manipula e com o estado das misturas em que possam se encontrar, a fim de extrair informações confiáveis acerca da natureza dos fenômenos que ocorrem".

Através dessa abordagem de método rigoroso, emerge a capacidade de, em etapas posteriores, estabelecer de forma cristalina as diferenças intrínsecas entre diferentes substâncias, demonstrando de maneira inequívoca que elas não partilham propriedades idênticas. Nesse período, em virtude da ausência de estruturas teóricas definidas, as investigações levaram a um diversificado leque de direções na química, culminando na formulação de três correntes distintas: química técnica, centrada na solução de problemas industriais; química experimental, focada na pesquisa e no desenvolvimento de novos produtos; e química das combustões, esta linha de estudo se concentra na tentativa de elucidar os mecanismos subjacentes aos fenômenos de combustão.

A corrente da química técnica, com foco na mineração e metalurgia, encontrou sua estrutura nas obras dos artilheiros que documentaram suas experiências práticas. Entre eles, destacam-se figuras como Vannoccio Biringuccio (1480-1538), que consagrou um tratado de tecnologia química; Georg Bauer (conhecido como Agrícola; 1494-1555), cujas obras se concentraram nas técnicas mineradoras e metalúrgicas; e Bernar Palissy (1499-1589), que se dedicou ao aprimoramento da faiança (esmaltes) e cerâmica.

Por sua vez, a vertente da química experimental encontra fundamentos nos esforços de investigadores como J.R. Glauber (1640-1670), que refinou os métodos de produção de ácido sulfúrico; Jean-Baptiste Van Helmont (1577-1644), que

apresentou uma nova compreensão dos gases (até então considerados como simples ar), destacando-se a composição do ar com gás carbônico; e Robert Boyle (1627-1691), que conduziu experimentos sobre a compressibilidade dos gases, empregou nitrato de prata para identificar os cloretos e amônia gasosa para caracterizar o gás clorídrico. Boyle também observou as mudanças na coloração de xaropes para distinguir entre ácidos e bases. Em suma, como observado por Vidal (1986, p. 33), "Boyle soube transcender o mero domínio da experimentação em laboratório, através do impulso que deu à reflexão racional na interpretação dos fenômenos químicos."

Também merecem destaque figuras como Libau ou Libavius (1540-1616), responsável pela preparação do cloreto de estanho anidro; Tachenius, que apresentou a distinção entre sais ácidos e básicos; e Homberg (1652-1715), que explorou a neutralização de ácidos com soda. A abordagem da química das combustões surge da observação das práticas químicas, onde Paracelso e Jérôme Cardan notaram que o substrato resultante do aquecimento de metais ao ar livre pesava mais do que o próprio metal. A partir desse ponto inicial, Jean Rey (1583-1645) publicou, em 1630, suas experimentações com a calcinação de estanho e chumbo, apresentando teorias que destacavam a relevância do ar nesse processo. Essas teorias foram posteriormente exploradas e observadas por outros cientistas, incluindo Boyle, Roberto Hooke e John Mayow, este último chegando à interpretação de que o ar possuía componentes inertes e outros que participavam da combustão e respiração.

Além dessas correntes químicas, o autor explora o ressurgimento das teorias atômicas e corpusculares, envolvendo diversos cientistas que contribuíram para o desenvolvimento desses conceitos, como Francis Bacon (1561-1626), Daniel Sennert (1572-1637), Joachim Junge (1587-1657), René Descartes (1596-1650), Nicolas Lémery (1645-1715) e Pierre Gassendi (1592-1655). Vale destacar que esses pesquisadores não propuseram uma explicação definitiva para a agregação dos corpúsculos, apenas delinearam visões sobre sua constituição e possível divisibilidade (Vidal, 1986, p. 35-36). A explicação da ligação entre esses corpúsculos foi posteriormente fornecida pelo princípio da atração universal de Isaac Newton.

Conforme indicado por Vidal (1986, p. 35), "esta lei levou Newton a considerar que uma lei similar deve certamente aplicar-se aos corpúsculos da matéria". Dessa forma, os fenômenos químicos passaram a ser entendidos como resultantes de interações atrativas ou repulsivas entre esses corpúsculos. Além disso, Newton

ofereceu interpretações para a elasticidade dos gases, a coesão dos sólidos, os fenômenos de capilaridade e a deliquescência dos sais (Vidal, 1986, p. 37).

No âmbito das contribuições exploradas pelo autor nesse período, é evidente a trajetória do conhecimento químico em direção aos conceitos e teorias da química contemporânea. Os esforços dedicados à experimentação e observação estão gradualmente sistematizando esse conhecimento, revelando a emergência de um entendimento científico mais profundo.

No quarto capítulo, intitulado "As Primeiras Teorias Científicas da Química no Século XVIII: O Flogístico e a Teoria da Oxidação" (Vidal, 1986, p. 39-50), o autor explora a ressurgência e a consolidação das ideias da antiguidade e da alquimia nos séculos XVIII. No entanto, foi a análise cuidadosa das propriedades do fogo que permitiu a George Ernst Stahl (1659-1734) formular uma teoria em torno desse elemento, que ele chamou de flogístico (Vidal, 1986, p. 39).

Dentro dessa moldura teórica, a concepção do flogístico conferiu ao elemento fogo uma nova identidade, agora entendido como um "princípio redutor contido, em graus variados, em todos os corpos, desprovido de qualquer consideração de peso" (Vidal, 1986, p. 40). No entanto, nesse contexto, a compreensão sobre a quantidade de matéria e peso ainda era incipiente e complexa. Diversos químicos da época lançaram-se a experimentações com o flogístico, dando origem a várias hipóteses. Algumas delas sugeriam que o flogístico possuía uma "gravidade" distinta da matéria ou até mesmo um peso negativo, culminando em uma noção de leveza absoluta. Apesar das especulações, uma constante permanecia clara: o envolvimento do ar era fundamental para a ocorrência das reações de combustão.

O autor enfatiza que o sucesso das concepções de Stahl se deveu à sua habilidade de não entrar em conflito com nenhum dos conceitos previamente aceitos (Vidal, 1986, p. 41). Vale ressaltar que, na época, o oxigênio ainda era desconhecido, o que impulsionou as investigações de Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1749) sobre os gases, evidenciando as limitações da teoria de Stahl e levando à proposição da teoria da oxidação ou antiflogística.

No século XVIII, a compreensão dos gases ainda carecia de estrutura definida devido à escassez de ferramentas para sua manipulação. Somente em 1719 foi registrado o desenvolvimento do dispositivo conhecido como "tina de água", um aparato que possibilitou aos químicos a manipulação dos gases. Henry Cavendish, um cientista da época, direcionou seu interesse para o chamado "ar inflamável" e

categorizou o hidrogênio. Ele teorizou que o "ar inflamável" era liberado dos metais pelos ácidos, enquanto o "ar fixo" (gás carbônico) era liberado do mármore. Após a descoberta do oxigênio, Cavendish realizou novos experimentos com hidrogênio e oxigênio, revelando a proporção de 2 volumes de hidrogênio para um volume de oxigênio como a necessária para a queima.

A descoberta do oxigênio tornou-se objeto de estudo para pesquisadores como Priestley e Lavoisier. Os trabalhos de Priestley introduziram o conceito de "ar desflogisticado", um componente que promovia a combustão, em contraposição ao "ar flogístico", que inibia a combustão. A compreensão de que ambos os gases continuavam a ser gases trouxe clareza e destacou a importância dessa descoberta.

Lavoisier dedicou-se a investigações visando elucidar a importância do ar nas reações de combustão, o que levou a várias descobertas notáveis. Entre elas, a compreensão dos processos de calcinação, as variações de peso conjunto (recipiente e conteúdo) que refutaram a ideia de Boyle, e a identificação de um resíduo gasoso resultante da queima. Em 1774, um encontro entre Priestley e Lavoisier em Paris ganha destaque, pois Priestley compartilhou suas observações sobre o "ar desflogisticado" com Lavoisier (Vidal, 1986, p. 43), contribuindo para afinar as concepções de Lavoisier e provar que esse mesmo gás se combina com os metais durante a calcinação.

Segundo o relato de Vidal, Priestley e Lavoisier quase simultaneamente conseguiram isolar o ar e demonstrar que ele é respirável. Esses experimentos foram formalmente registrados em 1777, marcando um momento crucial na história e inaugurando a química contemporânea em termos de conceitos e métodos. No entanto, é importante ressaltar que somente 13 anos após essa publicação é que os químicos passaram a aceitar esse princípio como fundamental.

No âmbito do conhecimento químico, alterações significativas começaram a surgir. A primeira delas ocorreu na teoria dos elementos, na qual fogo, ar, água e terra deixaram de ser considerados elementos para serem reconhecidos como substâncias elementares, ou seja, substâncias que são compostas por átomos do mesmo elemento. Dada a crescente ênfase no rigor científico da época, tornou-se crucial o desenvolvimento de uma linguagem precisa para o progresso da química como uma ciência.

O desenvolvimento desta linguagem foi levado a cabo por Louis-Bernard Guyton de Morveau (1737-1816), Antoine-François Fourcroy (175-1809), Claude-louis Berthollet (1748-1822) e Lavoisier em 1787. Os autores elaboraram um sistema de designação dos corpos químicos que ainda hoje se usa. Os nomes dos corpos são compostos a partir dos elementos que eles contêm, constituindo estes corpos em classes e utilizando sufixos e prefixos. (Vidal, 1986, p. 46)

Diversos outros conceitos também emergiram durante esse período, incluindo a conservação da matéria, que foi desenvolvida por Lavoisier, e várias leis ponderais que entraram em cena. Entre elas, destacam-se a lei das proporções constantes e o princípio da combinação definida propostos por Joseph-Louis Proust, a lei das proporções múltiplas formulada por Dalton e a lei da neutralidade apresentada por Jeremie Benjamin Richter. A formulação dessas leis ponderais visava medir parâmetros iniciais e finais de reações químicas e trazer o problema das afinidades para um contexto quantitativo (Vidal, 1986, p. 48).

É fundamental destacar que, durante esse período, a química não se limitou apenas a questões teóricas, mas também se estendeu para a esfera prática, com a participação ativa de químicos na indústria. No campo do avanço metalúrgico, figuras como René-Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757) (que descreveu processos de tempera), Berthollet (que explorou a temperatura de aços fundidos com carbono), Henry Cort (1740-1800) (responsável pelo desenvolvimento da técnica de pudelagem), Abraham Darby (1711-1763) (contribuiu para o desenvolvimento do coque) e Jean d'Arcet (1724-1801) (envolvido na metalurgia fina e na criação de ligas metálicas) tiveram papéis significativos. Na indústria têxtil, nomes como Hellot, Macquer e Berthollet contribuíram com técnicas de descoloração de tecidos. No âmbito da química alimentar, Marggraf se destacou pela extração de açúcar da beterraba, enquanto Jean Chaptal contribuiu para o aumento do teor alcoólico dos vinhos.

Ambas as vertentes teórica e prática do conhecimento químico estavam avançando significativamente. No entanto, é importante reconhecer que considerar apenas uma dessas vertentes como relevante pode distorcer a compreensão dessa ciência em sua totalidade.

No quinto capítulo, intitulado "Relação entre o atomismo e seus equivalentes no séc. XIX" (VIDAL, 1986, p. 51-59), o autor apresenta informações cruciais sobre as leis ponderais, destacando-as como manifestações da descontinuidade intrínseca na estrutura da matéria. Essa complexidade inicial dificultava a compreensão, até que os

subsequentes esforços de John Dalton (1766-1844) e Amédée Avogadro (1766-1856) proporcionaram avanços significativos (Vidal, 1986, p. 51). Dalton desenvolveu a teoria atômica, enquanto Avogadro contribuiu com o conceito de molécula e a hipótese relacionada ao número de moléculas que ocupam um volume gasoso.

É crucial ressaltar que, segundo a perspectiva de Dalton, o termo "átomo" abrange tanto a partícula fundamental quanto a combinação de várias dessas partículas. Essa dualidade conceitual é de extrema importância para evitar equívocos interpretativos. Em 1808, Joseph-Louis Gay-Lussac (1778-1850) estabelece que as combinações químicas entre gases seguem uma relação simples, onde o volume de um composto gasoso está em uma proporção direta com os volumes dos reagentes.

No entanto, a compreensão plena dessas relações simples só seria alcançada quando Avogadro e André-Marie Ampère (1755-1836) reexaminaram a questão dos gases, distinguindo claramente entre átomo e molécula (Vidal, 1986, p. 53). Em 1811, Avogadro propôs uma hipótese revolucionária, afirmando que volumes iguais de diferentes gases contêm o mesmo número de moléculas nas mesmas condições de temperatura e pressão. Ele também introduziu uma distinção crucial, identificando as "moléculas elementares" e "moléculas integrantes" como átomos e moléculas² (Vidal, 1986, p. 54).

No entanto, o comportamento de alguns elementos não se encaixava perfeitamente nas concepções moleculares de Avogadro, o que, por sua vez, influenciou o cálculo dos pesos atômicos. Esta hipótese foi originalmente enunciada por Ampère em 1814.

Com base nas leis volumétricas de Gay-Lussac e na hipótese de Avogadro, concluímos que dois volumes de gases diferentes, sob as mesmas condições físicas, possuem densidades gasosas e pesos atômicos idênticos (Vidal, 1986, p. 54). No entanto, a complexidade reside no fato de que nem todos os elementos no estado gasoso possuem os mesmos números de átomos, o que, na época, levou os pesquisadores a derivar números atômicos distintos dos conhecidos atualmente.

² Conforme destacado por Camel, Koehler e Filgueiras (2009, p. 543), a terminologia empregada por Avogadro abrangia não apenas os termos anteriormente mencionados, mas também incluía outras designações. Uma análise aprofundada dos termos utilizados por Avogadro revela nuances e ambiguidades, destacando a importância de uma abordagem cuidadosa ao interpretar a terminologia adotada pelo renomado cientista. Para uma compreensão mais abrangente e aprofundada sobre o tema, recomenda-se consultar o referencial: CAMEL, Tânia de Oliveira; KOEHLER, Carlos B. G.; FILGUEIRAS, Carlos A. L. A química orgânica na consolidação dos conceitos de átomo e molécula. Química Nova, v. 32, p. 543–553, 2009.

No intervalo compreendido entre 1830 e 1840, o domínio do atomismo experimentou uma notável obscuridade devido à falta de clareza na diferenciação entre átomo e molécula. Esse período crítico, por sua vez, impulsionou o surgimento e a aceitação da teoria dos equivalentes, marcando um desvio temporário da teorização estrutural. Nesse cenário, emergiu um método mais pragmático e empiricamente orientado, conhecido como o "método dos equivalentes" ou "método dos números proporcionais". Esta abordagem mais prática dispensava, momentaneamente, a complexidade das indagações estruturais, adotando a ponderação como uma métrica essencial para a compreensão e manipulação da matéria.

O Método dos Equivalentes ou Método dos Números Proporcionais constitui uma abordagem intrínseca à química do século XIX, em que um elemento influencia uma combinação química por múltiplos de uma quantidade específica de peso, como estabelecido nas referências da época. Embora os pesos variem entre diferentes elementos, a quantidade de matéria permanece equivalente. Naquela época, esses valores eram representados por letras, exibindo comportamentos idênticos nas reações químicas. Essa representação, conhecida como "números proporcionais," serviu como um alicerce conceitual para codificar o empirismo (Vidal, 1986, p. 55).

Os químicos exerciam considerável cautela ao atribuir fórmulas análogas a compostos com propriedades químicas semelhantes (Vidal, 1986, p. 56). Tais analogias facilitavam a classificação de elementos em famílias, como os halogênios. Para comparar elementos de famílias distintas, recorria-se ao isomorfismo, formulado por Eilhard Mitscherlich (1794-1863) em 1819.

O termo "isomorfismo," derivado do grego e significando "mesma forma," descreve o estado de corpos que compartilham a mesma forma cristalina. Esses corpos podem substituir-se em quaisquer proporções, resultando sempre em cristais isomorfos (Vidal, 1986, p. 56).

Essa generalização implica que corpos isomorfos devem possuir fórmulas semelhantes, mesmo que alguns de seus elementos pertençam a famílias químicas diferentes. Essa concepção refinada proporcionou uma base valiosa para a compreensão das relações entre elementos químicos e influenciou significativamente o desenvolvimento do conhecimento químico na época.

O retorno ao atomismo no século XIX foi marcado pelo trabalho significativo de Stanislao Cannizzaro (1826-1910). Em 1858, ele publicou um trabalho intitulado

"Sunto di un corso di filosofia chimica" ("Resumo de um curso de filosofia química") na revista "Nuovo Cimento" (Vidal, 1986, p. 57). A apresentação subsequente deste trabalho em Karlsruhe, em 1860, atraiu a atenção dos principais químicos da época, que se reuniram para harmonizar suas concepções.

No cerne de seu trabalho, Cannizzaro expressou seu interesse nas ideias de Avogadro, na estrutura das moléculas e no cálculo dos pesos molares. Ao utilizar as concepções de Avogadro, ele contribuiu para uma progressiva compreensão da estrutura dos corpos, destacando a distinção entre átomo e molécula de um corpo simples, bem como a dissociação das partículas de gás durante suas combinações.

O desenvolvimento do atomismo e da noção de molécula após 1860 foi impulsionado pelos esforços de Auguste Laurent, Chalres Gerhardt (1816-1856), e Charles-Adolphe Wurtz (1817-1884) em trabalhos de química orgânica. Suas contribuições desempenharam um papel crucial na disseminação da teoria atômica.

Após o reconhecimento generalizado da teoria atômica, surge o interesse em compreender as estruturas que os átomos formam entre si. Esses estudos levaram à compreensão do fenômeno de isometria e de certas propriedades ópticas decorrentes do arranjo espacial dos átomos. Até meados do século XIX, a partícula ainda era considerada indivisível, apesar de ter perdido um pouco de credibilidade. No entanto, são os físicos que propõem a investigação da estrutura do átomo por meio de estudos com descargas elétricas em gases de baixa pressão, proporcionando a observação de uma partícula de matéria portadora de carga elétrica negativa (Vidal, 1986, p. 57).

No século XX, o progresso contínuo do atomismo permite uma compreensão mais profunda das ligações químicas. J.J. Thomson (1856-1940) realizou medições em 1897, avaliando a relação carga-massa dessa partícula. Suas interpretações levaram à conclusão de que essa partícula não poderia ser um átomo carregado eletricamente, mas sim uma entidade originária do átomo (Vidal, 1986, p. 58). Este avanço marcou um ponto crucial na evolução do entendimento sobre a estrutura atômica.

A oposição ao atomismo durante o século XIX foi marcada por críticas substanciais por parte de muitos químicos, desempenhando um papel esclarecedor e fortalecedor. É crucial ressaltar que a noção de átomo e sua suposta indivisibilidade não derivam diretamente da experiência química, sendo antes especulações intelectuais dos filósofos gregos.

Conforme Vidal observa (1986, p. 58), o empirismo presente na teoria dos equivalentes não representa um recuo conceitual em relação à teoria atômica, uma vez que esta não se impunha nem por si mesma, nem por meio de verificações experimentais suficientemente diretas e claras. Compreende-se, assim, que a teoria atômica e a teoria dos equivalentes eram termos distintos, sendo a primeira de natureza teórica e quase filosófica, enquanto a segunda era uma opção pragmática, caracterizando o triunfo do empirismo positivista.

A teoria dos equivalentes não apenas permitiu a existência prática da química no plano experimental, mas também pavimentou o caminho para o desenvolvimento subsequente da teoria atômica.

No início do século XIX, o corpuscularismo imposto aos atomistas não contribuiu de maneira significativa para a clarificação da teoria atômica. O materialismo presente nas teorias epicuristas poderia, por si só, suscitar reticências. Além disso, a natureza descontínua do atomismo, que à primeira vista pode parecer mais artificial do que o contínuo, desagradava aos espíritos moldados no pensamento aristotélico (Vidal, 1986, p. 59). Essas divergências filosóficas e teóricas influenciaram a resistência à aceitação plena do atomismo durante esse período histórico.

No sexto capítulo, intitulado "Emergência da Química Orgânica" (Vidal, 1968, p. 61-72), o autor destaca que, no início do século XIX, a química orgânica era um domínio praticamente desconhecido. Embora as descobertas de compostos orgânicos remontassem à Idade Média, o conhecimento acumulado era ínfimo em comparação com a vasta diversidade de substâncias que a natureza podia produzir. A composição química real desses corpos isolados permanecia desconhecida, e as relações entre eles eram um enigma. Os químicos da época careciam das chaves essenciais para desvendar os segredos da química orgânica. O autor sugere que, assim que essas chaves fossem descobertas, o desenvolvimento dessa disciplina ocorreria com uma rapidez surpreendente (Vidal, 1986, p. 61).

Os atrasos no desenvolvimento da química orgânica são atribuídos a uma combinação de fatores técnicos e filosóficos. Vamos examinar as informações técnicas e filosóficas que contribuíram para esse atraso segundo Vidal.

Nas origens técnicas os compostos orgânicos são predominantemente compostos por carbono (conhecimento pré-histórico), hidrogênio (descoberto em 1765), azoto (descoberto em 1772 e 1755) e oxigênio (descoberto em 1772 e 1755).

Antes de 1780, a química orgânica não existia tecnicamente, e seu surgimento está historicamente associado ao desenvolvimento da química mineral.

Esses compostos orgânicos, inicialmente conhecidos como componentes dos seres vivos, eram bastante delicados. Para estudá-los de maneira mais ampla, métodos menos agressivos, como a calcinação usada na química mineral, eram necessários. Entre 1810 e 1815, Justus Liebig (1803-1873) desenvolveu um método que utilizava óxido de cobre para analisar substâncias orgânicas por meio do aquecimento na presença de um oxidante (Vidal, 1986, p. 62).

Nas origens filosóficas a concepção predominante era a de que os corpos orgânicos só podiam ser produzidos por organismos vegetais ou animais. A ideia de uma "força vital" presente nos seres vivos não podia ser atribuída aos elementos inanimados durante a síntese, refletindo um pensamento enraizado nas obras alquímicas.

Esse paradigma foi desafiado em 1828, quando Friedrich Wöhler (1800-1882) sintetizou ureia (cloreto de amônio e cianeto de prata), rompendo com a crença de que apenas organismos vivos podiam produzir compostos orgânicos (Vidal, 1986, p. 62).

Outro marco significativo foi alcançado por Marcellin Berthelot (1827-1907), que, a partir de 1854, conduziu uma série de experimentos de síntese. Em 1862 e 1863, Berthelot conseguiu a síntese total do acetileno e, em 1866, realizou a polimerização de acetileno em benzeno, contribuindo assim para avanços fundamentais na química orgânica. Essas conquistas representaram a superação de barreiras técnicas e filosóficas, permitindo um progresso substancial nesse campo da química.

A evolução da química orgânica, desde a teoria dos radicais até a teoria da valência, é marcada por uma progressão de ideias fundamentais que revolucionaram a compreensão dos compostos orgânicos.

No desfecho do século XVIII, a química orgânica testemunha o surgimento da noção de radical, definido como um conjunto de equivalentes de vários elementos ou átomos que se transporta sem sofrer alterações de um composto para outro (Vidal, 1986, p. 63). A primeira evidência explícita dessa concepção emerge em 1815, quando Gay-Lussac produz o gás cianeto, originalmente chamado de cianogênio. Outros radicais, como benzoil, etilo e metilo, são identificados nos anos subsequentes.

A consolidação da noção de radicais em teoria dos radicais ocorre de maneira robusta sob a orientação de Liebig em 1840.

Em 1834, Jean Baptiste Dumas (1800-1884) observa que o cloro pode substituir o hidrogênio em uma reação, dando origem à teoria da substituição (Vidal, 1986, p. 63). Gerhardt, em 1839, descobre um processo complementar de reação, a combinação dos resíduos dos compostos eliminados. A teoria da substituição enfrenta resistência inicial, mas com o apoio de Laurent, supera a teoria dualística proposta por Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) em 1814.

Em 1844 e 1845, Gerhardt introduz a inovadora ideia denominada de séries homólogas. Essas séries são definidas pelo agrupamento de corpos que diferem apenas por um ou vários agrupamentos CH_2 (Vidal, 1986, p. 64). A classificação em séries, meticulosamente elaborada por Gerhardt, permite prever propriedades, referenciar corpos ausentes e estudar o comportamento de toda uma família de compostos. Essa teoria desempenha um papel crucial no desenvolvimento subsequente da teoria de tipos e, por conseguinte, na teoria de valência.

Proposta por Gerhardt em 1853, a teoria dos tipos sugere que substâncias orgânicas derivam de moléculas que são "tipos" de bases, podendo ser corpos simples ou compostos (Vidal, 1986, p. 65). A substituição de átomos por radicais é central nessa teoria. August Wilhelm von Hofman (1818-1892) e Alexander Williamson (1824-1904) realizam experimentos para sustentar essa ideia, consolidando-a como uma base conceitual para a química orgânica.

Friedrich August Kekulé (1829-1896), em 1857, adiciona o tipo metano aos tipos de compostos carbonados. Ele introduz a ideia fundamental de que o carbono é tetratômico (tetravalente) e pode formar ligações múltiplas (Vidal, 1986, p.66). Kekulé também propõe a hipótese de que os átomos de carbono podem se ligar reciprocamente. Essas ideias representam um avanço significativo na representação da estrutura molecular. Dessa forma, a evolução da química orgânica, desde a teoria dos radicais até a teoria da valência, marcou uma transformação conceitual fundamental. Esse processo possibilitou uma compreensão mais profunda e representativa da estrutura molecular dos compostos orgânicos.

Segundo Vidal (1986, p. 70), a prática da química orgânica passou por uma evolução marcante no século XIX, destacando-se a síntese de produtos orgânicos e os métodos de investigação que se sistematizaram após 1850. Antes desse período,

a preparação de compostos orgânicos era realizada de maneira gradual, sem um método geral de síntese.

A síntese de corantes foi um dos avanços notáveis, com destaque para William Henry Perkin (1838-1907), que obteve a malveína em 1856. Posteriormente, a indústria Badische Anilin-und Sodafabrik contribuiu com a produção de corantes como o violeta cristal (I) e o verde malaquite (II) em 1870. Adolph von Baeyer (1835-1917) sintetizou o índigo em 1883, e Otto Nikolaus Witt (1853-1915), em 1876, propôs uma teoria sobre a constituição das moléculas coradas.

A farmácia também se beneficiou com o domínio dos métodos de síntese, resultando na produção de ácido salicílico em 1895, hipnóticos como o sulfonal em 1866 e a sacarina em 1879 (Vidal, 1986, p. 71).

Na química dos explosivos, destaca-se a obtenção da nitrocelulose por Christian Friedrich Schönbein (1799-1868) em 1846 e a nitroglicerina por Ascanio Sobrero (1818-1888) em 1847. Alfred Nobel (1833-1896) industrializou a produção de nitroglicerina, estabilizando-a na sílica porosa para criar a dinamite em 1862.

No campo da química alimentar, Michel-Eugene Chevreul (1786-1889) elucidou a natureza do sabão em 1816, e Liebig inventou o extrato de carne. A iluminação pública a gás teve início na França após 1815, impulsionada pelos trabalhos de Philippe Lebon (1767-1804) na produção de gás de iluminação pela destilação da madeira, realizados anos antes. Philippe Lebon, pioneiro nesse campo, contribuiu significativamente para o desenvolvimento inicial da iluminação a gás.

O florescimento da química orgânica no século XIX se deveu, em parte, ao despertar tardio dessa disciplina no cenário científico (Vidal, 1986, p. 72). Beneficiando-se dos conhecimentos gerais de química e das estruturas mentais e métodos científicos desenvolvidos ao longo de milênios, a química orgânica experimentou um progresso notável. Enquanto a química mineral proporcionou uma base sólida, a química orgânica, mais agitada e em constante desenvolvimento, contribuiu para a ordenação de conceitos e classificações, culminando no quadro periódico de Dmitri Mendeleiev (1834-1907), de enorme importância heurística.

No capítulo sete, intitulado "Estruturação da Química Mineral e Nascimento da Físico-Química: O Problema da Reatividade" (Vidal, 1986, p. 73-86), o autor explora o esforço dos pesquisadores do século XIX em compreender as leis que governam os processos químicos. Durante esse período, os cientistas buscavam ordenar o vasto conhecimento adquirido por meio de uma atividade química intensa, a fim de prever a

reatividade dos elementos e classificá-los com base em suas propriedades. Essa busca pela compreensão e organização levou ao desenvolvimento da físico-química, onde métodos da física foram frequentemente aplicados para destacar analogias, codificar propriedades e classificar elementos (Vidal, 1986, p. 73). Esse enfoque interdisciplinar reflete a transição da química mineral (inorgânica) para uma abordagem mais integrada que incorpora princípios físicos para uma compreensão mais profunda da matéria e de suas transformações.

A história da classificação dos elementos revela uma evolução significativa ao longo dos séculos, desde os alquimistas até os avanços do século XIX.

Inicialmente, os alquimistas conheciam apenas dez elementos, tais como carbono, ouro, prata, cobre, chumbo, enxofre, estanho, ferro, mercúrio e antimônio. No século XIII, o arsênico foi descoberto, e no século XVIII, o fósforo. Durante o século XVIII, isolaram-se 21 elementos, aumentando para 47 no século XIX e 16 na primeira metade do século XX (Vidal, 1986, p. 73).

Os alquimistas baseavam sua classificação dos metais na alterabilidade, uma ideia retomada no século XVIII com a afinidade resultante da atração entre partículas. Berzelius destacou uma ordem análoga com as forças eletromotrizes das pilhas, enquanto J. W. Döbereiner (1780-1849) propôs uma classificação mais geral dos elementos em 1817 e 1829.

John A. Newlands (1838-1898), em 1864 e 1865, observou que organizando os elementos em ordem crescente de suas massas atômicas, o oitavo elemento, partindo de um deles, repetia o primeiro, semelhante à oitava nota na música, formulando assim a Lei das Oitavas (Vidal, 1986, p. 74).

As classificações posteriores de Julius Lothar Meyer (1830-1895) e Mendeleiev, publicadas quase simultaneamente, foram amplamente adotadas. Em 1869, Mendeleiev organizou 63 elementos com base em suas massas atômicas crescentes, agrupando-os em famílias químicas (Vidal, 1986, p. 75).

A descoberta dos gases raros por W. Ramsay entre 1894 e 1898 marcou um avanço crucial na tabela periódica, resultando na expansão de uma coluna suplementar. Conforme indicado por Vidal (1986, p. 75), a compreensão moderna das propriedades químicas dos elementos não está diretamente ligada à massa de seus átomos, mas sim ao número de elétrons que cercam seus núcleos. O núcleo, mantendo a neutralidade elétrica do átomo, contém prótons, partículas positivas, em igual número aos elétrons.

Além dos prótons que determinam o número de elétrons e, conseqüentemente, as propriedades químicas, o núcleo contém nêutrons, partículas mais pesadas que os elétrons. A maior parte da massa do átomo concentra-se no núcleo. O entendimento fundamental é que a estrutura atômica não depende apenas do número de prótons, mas também do número de nêutrons.

É crucial reconhecer que existem várias possibilidades para o número de nêutrons em um átomo, e cada uma dessas possibilidades é denominada isótopo do elemento (Vidal, 1986, p. 76). A massa atômica observada representa a média ponderada de todas as massas dos isótopos do elemento que ocorrem naturalmente na natureza. Esse conceito é fundamental para a compreensão da diversidade nas características dos átomos de um mesmo elemento e contribui para a explicação da variação na massa atômica associada a diferentes amostras de um elemento específico.

Tanto a química quanto a física, ao estudarem as propriedades da matéria, proporcionam uma abordagem complementar à compreensão da natureza. A interdependência entre essas duas disciplinas instigou os químicos a recorrerem cada vez mais aos métodos da física para aprofundar seus estudos sobre os corpos químicos, visando compreender e dominar sua reatividade (Vidal, 1986, p. 77).

No início do século XIX, Michael Faraday (1791-1867) desempenhou um papel crucial na fundação da eletroquímica, realizando estudos quantitativos sobre as leis da eletrólise entre 1832-1834. Seu trabalho evidenciou a proporcionalidade entre a quantidade de substância decomposta na eletrólise e a quantidade de eletricidade que perpassa a substância.

Humpry Davy (1778-1829), ao explorar a composição das pilhas elétricas em 1806, sugeriu que as medidas de força eletromotriz poderiam servir para avaliar afinidades e capacidades de reação. Essa ideia foi posteriormente desenvolvida por Berzelius, proporcionando aos químicos um parâmetro de reatividade.

De acordo com Vidal (1986, p. 78), os pesquisadores interessados na afinidade química, inicialmente influenciados pela atração newtoniana entre partículas materiais, viram-se cada vez mais envolvidos na ideia de que as reações eram resultantes de fenômenos elétricos.

Para explicar a reatividade, Berzelius, em 1811, propôs uma teoria eletroquímica fundamentada em um dualismo inerente à estrutura da matéria. Ele estendeu esse dualismo entre ácido eletronegativo e base eletropositiva a toda a

química, classificando os elementos com base em características eletroquímicas (Vidal, 1986, p. 78). Essa teoria, que considerava cada átomo como um dipolo elétrico, também auxiliou significativamente na química mineral (inorgânica).

Os estudos eletroquímicos da época concentravam-se em soluções aquosas, uma vez que havia pouco entendimento sobre a ação do solvente nos corpos dissolvidos. Somente no final do século, os químicos começaram a compreender melhor a especificidade dos eletrólitos em relação aos não-eletrólitos. Essa fase representou um marco na evolução da físico-química impulsionando o entendimento mais profundo das interações elétricas na matéria.

A compreensão das soluções na química foi significativamente moldada pelos estudos de François-Marie Raoult (1830-1901) e Wilhelm Pfeffer (1845-1920). A partir de 1878, Raoult dedicou-se ao estudo das variações do ponto de congelamento das soluções, desenvolvendo um método que permitia medir as massas moleculares das substâncias com base na temperatura de congelamento (Vidal, 1986, p. 79). Notavelmente, ele observou que a lei do congelamento não se aplicava aos sais, sugerindo que as moléculas de sal se separavam ao entrar em solução na água, agindo como entidades individuais.

Os trabalhos de Johann Wilhelm Hittorf (1824-1914) em 1853 até 1859 e Friedrich Kohlrausch (1840-1910) em 1874 demonstraram que os íons de um sal agem de forma independente no transporte da corrente de eletrólise (Vidal, 1986, p. 80). Esses resultados, juntamente com os de Raoult e os dados de pressão osmótica, indicavam que um sal existe em solução na forma dissociada em seus dois íons (ionização).

Svante Arrhenius (1859-1927) desempenhou um papel crucial ao mostrar como calcular o grau de ionização a partir da condutividade elétrica, contribuindo para a compreensão dos eletrólitos que não estão totalmente dissociados. Seus trabalhos também associaram a acidez de uma substância à capacidade de produzir íons H^+ em solução e a basicidade à capacidade de produzir íons OH^- .

Walter Nernst (1864-1941) desenvolveu a teoria de Arrhenius e, em 1889, introduziu o conceito de produto de solubilidade, permitindo a interpretação das precipitações a partir das soluções (Vidal, 1986, p. 80).

A força dos ácidos e bases está condicionada à sua dissociação. Em 1909, Peter Lauritz Soerensen (1868-1939) introduziu o conceito de pH para expressar facilmente a acidez de uma solução.

A simetria encontrada no comportamento dos íons desapareceu com a teoria de Johannes Nicolau Brønsted (1877-1947) em 1923, quando ele generalizou o problema da acidez, propondo que um ácido emite íons H^+ e uma base fixa esses íons H^+ , ou seja, as propriedades ácido-base giram sempre em torno desse íon (Vidal, 1986, p. 80).

A teoria de Gilbert Newton Lewis (1875-1946), contemporânea à de Brønsted, expandiu-se de maneira mais lenta, mas é mais abrangente. Para Lewis, um ácido contém um átomo receptor de elétrons, uma base, um átomo que pode doar elétrons. A teoria de Lewis engloba a de Brønsted, especialmente quando Ralph G. Pearson (1919-2022), em 1963, separou ácidos e bases em duros e moles, considerando tamanho e polarizabilidade (Vidal, 1986, p. 80). Essas teorias revolucionaram a compreensão das interações ácido-base e consolidaram a base para prever reações químicas específicas em casos concretos.

No campo da termoquímica, Henry Hess (1802-1850) desempenhou um papel fundamental ao demonstrar, em 1840, que o calor liberado em uma reação é independente das etapas intermediárias que a reação pode seguir. Sua descoberta estabeleceu que a variação de calor depende apenas dos estados inicial e final da reação.

Julius Thomsen (1826-1909), em 1850, dedicou-se a inúmeras experiências em termoquímica. Seus trabalhos levaram à ideia de que uma reação ocorre na direção em que a liberação de calor é maior. Em outras palavras, as reações exotérmicas têm a capacidade de ocorrer espontaneamente.

Em 1875, John William Strutt Rayleigh (1842-1919) propôs que uma reação só pode evoluir no sentido de um decréscimo na energia utilizável do sistema. Essa proposição foi crucial para ajudar os pesquisadores a compreender e orientar os sistemas químicos após 1880, proporcionando uma base teórica valiosa para a análise e otimização de processos químicos em diferentes condições termodinâmicas (Vidal, 1986, p. 82). Esses avanços na termoquímica foram fundamentais para o desenvolvimento da compreensão das transformações de energia nas reações químicas.

Desde o início do século XIX, observou-se que as reações químicas podem ser aceleradas por pequenas quantidades de substâncias que não participam diretamente no balanço reacional (Vidal, 1986, p. 83). Essas substâncias permanecem inalteradas

no final da experiência, sem modificar os rendimentos das reações. Em 1835, Berzelius cunhou o termo "catálise" para descrever esse fenômeno intrigante.

Um dos primeiros exemplos de catálise foi a hidrólise do amido em açúcar sob a ação do ácido sulfúrico. Observações feitas por Louis Jacques Thénard (1777-1857) e Johann Wolfgang Döbereiner (1780-1849) indicaram que metais também poderiam desempenhar eficazmente o papel de catalisadores.

Entre as décadas de 1840 e 1850, muitas reflexões foram feitas sobre a natureza da catálise e como ela ocorre em uma reação. Paul Sabatier (1854-1941), no início do século XX, demonstrou que, no caso de catalisadores sólidos, pode haver a formação de compostos na superfície catalítica por meio de um processo chamado quimiabsorção (Vidal, 1986, p. 83).

Após 1920, o número de pesquisadores dedicados ao desafio complexo da catálise cresceu significativamente, estabelecendo-a como uma disciplina específica na química. Atualmente, compreendemos que um catalisador é uma substância que participa da reação, alterando a natureza dos compostos intermediários sem ser consumido ou modificado permanentemente. O estudo da catálise continua sendo vital para otimizar e compreender uma variedade de processos químicos na indústria e na pesquisa científica.

A energética química, que desempenhou um papel fundamental nas descobertas do século XIX sobre as leis da reatividade, interpretou fenômenos químicos macroscópicos por meio de parâmetros observáveis (Vidal, 1986, p. 84).

No século XX, em paralelo ao desenvolvimento da termodinâmica clássica, testemunhamos o surgimento da termodinâmica estatística. Essas duas disciplinas uniram forças para transformar profundamente o campo da química, alterando fundamentalmente nossa compreensão das ligações entre átomos e a reatividade resultante. Essa evolução promete abrir novos horizontes na compreensão e manipulação das reações químicas, impulsionando inovações e avanços significativos em diversas áreas da química e além. O século XXI se desenha como uma era emocionante para a energética química, onde a exploração dos princípios fundamentais continuará a moldar o panorama científico e tecnológico.

A indústria da química inorgânica teve sua ascensão no século XIX, consolidando-se como uma indústria pesada focada na transformação e produção em larga escala de materiais essenciais. Destacam-se, nesse cenário, dois ramos que se tornaram especialmente representativos: a indústria do ácido sulfúrico,

desempenhando um papel crucial, e a indústria siderúrgica, responsável por processos fundamentais na produção de aço (Vidal, 1986, p. 84).

Além disso, a produção de carbonato de sódio e silicatos também ganharam destaque como segmento relevante dentro desse contexto industrial. Essas áreas não apenas buscaram a expansão quantitativa, mas também contribuíram significativamente para o desenvolvimento de materiais essenciais que impulsionaram o progresso industrial e tecnológico.

No capítulo oito, intitulado "A Ligação Química no século XX" (Vidal, 1986, p. 87-96), o autor explora a transição ocorrida após os estudos de Lavoisier. Diante do desafio apresentado pelo atomismo, o químico, inspirado pela concepção de Epicuro, busca transcender a abordagem excessivamente mecanicista desse modelo. É neste contexto que a matemática começa a desempenhar um papel cada vez mais crucial na química. Dentro desse cenário matematizado do atomismo, os pesquisadores do século XX se dedicam à resolução dos complexos desafios relacionados à ligação química (Vidal, 1986, p. 88).

A identificação da existência do elétron no final do século XIX implicava na necessidade de uma contraparte positiva dentro do átomo para assegurar a neutralidade do sistema. Em 1911, Ernest Rutherford (1871-1937) retomou uma ideia proposta por Hantaro Nagaoka³ (1865-1950) em 1904. Ele imaginou, para justificar suas experiências, que os elétrons negativos orbitam em torno de um núcleo positivo, seguindo um modelo planetário (Vidal, 1986, p. 88).

Niels Bohr (1885-1962) demonstrou, em 1913, a viabilidade física do átomo planetário, utilizando a teoria quântica proposta por Max Planck (1858-1947). Louis de Broglie (1892-1987) apresentou, em 1923, uma hipótese fundamentada em trabalhos anteriores de Planck e Albert Einstein (1879-1955), que serviu como base para o estudo da mecânica ondulatória, evidenciando o que ficou conhecido como dualismo onda-partícula.

Bohr, Werner Heisenberg (1901-1976), Erwin Schrödinger (1887-1961) desenvolveram de 1925 a 1927 uma concepção da mecânica ondulatória, segundo a

³ De acordo com Fiolhais e Ruivo (1996, p. 6), em 1904, Hantaro Nagaoka propôs o "modelo atômico de Saturno", no qual o átomo teria uma estrutura semelhante à desse planeta, com um núcleo central cercado por elétrons, assemelhando-se aos anéis de Saturno. Para uma compreensão mais aprofundada sobre o trabalho de Nagaoka, sugerimos acessar o link: FIOHAIS, Manuel; RUIVO, Maria da Conceição. O modelo atômico saturniano de Nagaoka. Sociedade Portuguesa de Física, v. 19, p. 6–10, 1996. Disponível em: < <https://www.spf.pt/magazines/GFIS/414> >. Acesso em: 15 jan. 2024.

qual o percurso do elétron deixou de ser determinável de forma absoluta (Vidal, 1986, p. 89). Em outras palavras, a noção de órbita desaparece, dando lugar à de orbital, uma região do espaço onde a probabilidade de encontrar um elétron é máxima.

Walther Kossel (1888-1956) e Lewis apresentaram modelos inovadores para compreender as interações dos elétrons que constituem a parte externa do átomo, sujeitos às influências de outros sistemas.

A lei do oitavo de Newlands e a periodicidade na classificação de Mendeleiev, quando interpretadas em termos eletrônicos, sugeriam a possibilidade de que certas camadas externas de elétrons pudessem abrigar até oito dessas partículas, observação que se alinhava com a configuração eletrônica de oito elétrons nas camadas externas dos gases nobres (Vidal, 1986, p. 89).

Em 1916, Kossel e Lewis desenvolveram modelos fundamentados na notável estabilidade dessa configuração eletrônica (Vidal, 1986, p. 89). Kossel, de maneira mais específica, propôs que os átomos, ao formarem ligações, tendem a adquirir a configuração eletrônica do gás nobre mais próximo na classificação periódica.

Lewis, por sua vez, sugeriu que uma ligação é estabelecida por um par de elétrons, sendo que cada átomo na ligação pode contribuir com um elétron. O par compartilhado pertence, então, aos dois átomos, caracterizando esse tipo de ligação como covalente.

Nos anos de 1919 à 1921, Irving Langmuir (1881-1957) expandiu a proposta de Lewis, indicando que em alguns sistemas, os dois elétrons necessários podem provir do mesmo átomo, ou seja, um átomo pode compartilhar dois elétrons com outro átomo (Vidal, 1986, p. 91).

O primeiro tratamento teórico quantitativo da ligação covalente foi realizado em 1927 por Walter Heinrich Heitler (1904-1981) e Fritz London (1900-1954) (Vidal, 1986, p. 92). Esse tratamento possibilitou a compreensão da formação da ligação entre os dois átomos de hidrogênio e a subsequente estabilização do sistema, onde os elétrons dos átomos estão em constante movimento.

Devido à natureza indiscernível dos elétrons entre si, poderíamos ser levados a acreditar que eles mudam de posição entre as moléculas, e a ligação ocorre devido a essa troca de elétrons. Entretanto, o termo "troca" é inadequado e é utilizado apenas para descrever um sistema inacessível à observação sensorial direta (Vidal, 1986, p. 92 e 93).

A partir de 1931, Linus Pauling (1901-1994) e John Clarke Slater (1900-1976) adotaram esse modelo descritivo para esclarecer a similaridade entre algumas representações de ligações que inicialmente eram retratadas de maneira distinta. Introduzindo uma espécie de oscilação conceptual, denominada "ressonância", os pesquisadores destacaram a dinâmica variável entre diversas estruturas (Vidal, 1986, p. 93).

Enquanto na teoria de Heitler e London, existe implicitamente a consideração de que os elétrons sempre pertencem ao centro da molécula dos átomos individuais (Vidal, 1986, p. 93 e 94), a teoria dos orbitais moleculares, notadamente desenvolvida por Robert Sanderson Mulliken (1896-1986), adota uma perspectiva diferente. Nessa abordagem, concebe-se que um elétron se movimenta no campo dos núcleos, considerados como um todo, e no campo dos outros elétrons (Vidal, 1986, p. 94).

Essa teoria, também conhecida como LCAO (Combinação Linear de Orbitais Atômicos), postula que os orbitais moleculares são combinações lineares dos orbitais atômicos. No final dos anos 20, a ideia seguinte começou a se expandir: quando um elétron no interior da molécula está próximo de um núcleo, as forças que atuam sobre ele são principalmente devidas a esse núcleo (Vidal, 1986, p. 94).

O conjunto de teorias SCF - Self Consistent Field (Campo Autocoerente) - apresenta uma notável limitação em suas aplicações práticas, uma vez que não incorpora adequadamente as interações entre os elétrons, muitas vezes adotando uma abordagem empírica (Vidal, 1986, p. 95).

Em 1949, Lennard-Jones (1894-1954), seguido por George Garfield Hall (1925) e Clemens Roothan (1918-2019) em 1951, desenvolveram a teoria dos Orbitais Moleculares dentro da estrutura da SCF. Esse método, embora eficaz, demanda um considerável número de cálculos, dado que o problema não permite uma abordagem direta. A teoria ganhou destaque, especialmente em sua forma simplificada conhecida como CNDO (complete neglect of differential overlap), proposta por John Anthony Pople (1925-2004) em 1965 (Vidal, 1986, p. 95).

Outras abordagens teóricas, como a Hibridização de Pauling e Slater em 1931, propõem a participação dos átomos na estrutura molecular através de orbitais híbridos formados pela combinação de orbitais específicos de um mesmo átomo. A Teoria do Campo Cristalino e a Teoria do Campo Ligante são aplicáveis a um grupo específico de moléculas chamadas complexas. A teoria das células de Raymond Daudel (1920-

2006) em 1953 permitiu uma interpretação mais concreta da ligação, ultrapassando as limitações da mecânica quântica clássica.

No capítulo final intitulado "Alguns Aspectos da Química Contemporânea" (Vidal, 1986, p. 97-101), o autor destaca que a transformação ocorrida durante a primeira metade do século XX não se restringiu apenas ao campo teórico. Nesse período, surgiram novas técnicas que revolucionaram o cenário científico. Materiais, até então desconhecidos na natureza, foram sintetizados, ampliando significativamente o leque de substâncias disponíveis para estudo e aplicação. Além disso, a química desempenhou um papel fundamental na área da medicina, proporcionando diversos meios para o tratamento de doenças (Vidal, 1986, p. 97). Este avanço não apenas enriqueceu o conhecimento científico, mas também teve impactos práticos e benéficos em diversos setores, demonstrando a influência e a importância da química contemporânea.

Vidal também apresenta as técnicas de estudo molecular que desempenham um papel crucial na análise e compreensão das propriedades das substâncias. Dentre os principais métodos que possibilitam o estudo das moléculas, muitos se baseiam na absorção ou emissão de radiações pela matéria. Algumas delas incluem a espectroscopia UV-visível, a espectroscopia Raman, a ressonância magnética nuclear (RMN), a espectroscopia de ressonância paramagnética eletrônica (RPE), os raios X, a espectrografia de massa e, por fim, a cromatografia em fase líquida e gasosa. Essas metodologias diversificadas expandiram consideravelmente as fronteiras do conhecimento químico e suas aplicações práticas.

Segundo Vidal (1986, p. 101) no âmbito técnico, a química possibilitou ao homem dominar certos mecanismos da matéria para seu benefício. Embora tenha aprimorado a qualidade de vida, esse domínio também implica uma relação frágil e complexa, exigindo uma organização social sofisticada. O químico moderno, portanto, aprende a exercer domínio não apenas sobre os elementos químicos, mas também sobre suas próprias aspirações criativas.

1.3 REFLEXÕES SOBRE A HISTÓRIA NA QUÍMICA

Ao longo de sua trajetória, a ciência química trilhou caminhos que remontam às raízes filosóficas dos pensadores gregos. Inicialmente, ancorada na concepção

aristotélica da matéria, a química transitou pela era medieval até o século XVII, impregnada da teoria flogística. No século XIX, orientou-se em direção ao descontínuo do materialismo atômico epicuriano, buscando um entendimento mais preciso da natureza dos elementos (Vidal, 1986, p. 100).

Entretanto, ao alinhar-se a essa perspectiva tecnicista, a química contemporânea orientou-se em direção ao universo abstrato da lógica matemática. Como destacado anteriormente, é crucial compreender que esse movimento não é desfavorável, ao contrário, desempenhou um papel fundamental no progresso da química como ciência. No entanto, é imprescindível reconhecer que os reflexos desse paradigma também reverberaram no ensino básico da disciplina.

A evolução do pensamento químico, marcada por uma integração entre experimentação, observação e reflexão filosófica, tem implicações profundas no ensino da disciplina. O aprendizado não se restringe mais a conceitos filosóficos, agora, o educador químico moderno desempenha o papel de transmitir não apenas conhecimento teórico, mas também de se preocupar ativamente com a formação técnica.

No próximo capítulo, exploraremos de que maneira as transformações históricas moldaram o ensino de química, delineando práticas educacionais ao longo do tempo e destacando a relevância contemporânea desse conhecimento para a formação acadêmica e profissional.

2 HISTÓRIA DO ENSINO DE QUÍMICA NO BRASIL

Neste capítulo, nos lançamos em uma investigação profunda sobre a formação do ensino de química no Brasil. Compreender essa trajetória é fundamental para impulsionar constantemente a busca por métodos e práticas pedagógicas inovadoras que possam enriquecer o aprendizado desta disciplina. No entanto, desde o início dessa jornada, nos deparamos com desafios significativos. Foram encontradas poucas teses e dissertações sobre o tema, o que dificultou o processo de constituição histórica. Além disso, nos deparamos com muitas informações contraditórias nos poucos recursos disponíveis, tornando ainda mais árdua a tarefa de reconstruir esse percurso histórico em certas épocas.

Após uma busca exaustiva, constatamos que a história do ensino de química se desdobra conforme as reformas educacionais de cada período. Dessa forma, dividimos este capítulo em três momentos distintos. O primeiro explora o período desde a colonização até a reforma pombalina, fornecendo insights sobre como o ensino de química foi influenciado nesses contextos. O segundo momento investiga as reformas do período imperial à república populista, destacando especialmente a emergência da abordagem experimental no ensino de química.

Por fim, a última parte se concentra nas reformas desde o regime militar até os dias atuais, oferecendo uma visão diacrônica abrangente das transformações e desafios enfrentados ao longo do tempo. Este capítulo não busca apenas relatar os eventos históricos, mas também lançar luz sobre as implicações desses eventos para o ensino de química no Brasil, instigando uma reflexão sobre o que foi implementado, como foi implementado e, crucialmente, sobre o que ainda pode ser aprimorado.

2.1 DO PERÍODO COLONIAL A REFORMA POMBALINA

Ao investigar os documentos históricos, oficiais, artigos, teses e dissertação sobre a Educação Química no Brasil, é possível discernir um ponto de partida distinto, que remonta à própria colonização do país, estabelecendo uma cronologia específica em contraste com outros países. Segundo Chassot (1996, p. 132), a história da educação química no Brasil tem sido comprometida com a narrativa oficial, devido à escassez de dados significativos sobre os períodos anteriores, uma lacuna que

persiste até os dias atuais. Portanto, as informações contidas neste apêndice têm como ponto de partida o momento da colonização do Brasil.

De acordo com Salateo (2006, p. 79), alguns pesquisadores, como Milton Vargas, Denise Domingos da Silva, Robson Fernandes de Farias e Luiz Seixas das Neves, destacam determinados costumes indígenas, como tinturas corporais, uso de plantas medicinais, extração de corantes do pau-brasil, técnicas de produção de bebidas fermentadas, preparo de carne de peixe e produção de farinha como evidências das atividades químicas durante o período colonial. Por outro lado, estudiosos como Ernesto Carrara Junior, Hélio Meirelles e Heinrich Rheinboldt apontam as atividades extrativas dos primeiros anos da colonização como componentes desse panorama (Salateo, 2006, p. 80).

Embora hoje reconheçamos essas práticas como atividades e processos químicos, não identifiquei, no contexto da época, uma organização sistemática desses conhecimentos que pudesse ser considerada uma disciplina de Química. Posteriormente, alguns desses conhecimentos serão incorporados aos estudos químicos com objetivos econômicos, um dos processos que serão abordados ao longo deste capítulo. Além disso, é importante ressaltar que a chegada dos jesuítas desempenhou um papel fundamental na formação educacional da colônia.

Segundo a historiografia da educação, o período compreendido entre meados do século XVI (1549) e meados do século XVIII (1759) é conhecido como período “jesuítico, uma vez que o ensino ficava ao encargo da companhia de Jesus, instituição religiosa que ministrava um ensino básico nas “escolas de ler, escrever e contar”, como eram denominadas então as escolas do ensino fundamental (Cardoso, 2014, p. 170).

É essencial destacar que, apesar de alguns autores enfatizarem a influência dos jesuítas na história da educação brasileira durante o período colonial, é importante reconhecer que outras ordens religiosas como franciscanos, beneditinos, carmelitas, mercedários, oratorianos, entre outras, também exerceram significativa influência nesse contexto (Sangenis, 2014, p. 93-94). No entanto, conforme aponta Sangenis (2014, p. 93), no contexto da educação no período colonial, os jesuítas destacaram-se ao estabelecer sua hegemonia, desenvolvendo um projeto pedagógico uniforme e meticulosamente planejado.

Saviani (2014, p. 126) apresenta a educação colonial dividida em fases, sendo a primeira fase marcada pelo plano de instrução elaborado por Nóbrega. Esse plano

incluía o ensino de português para os indígenas, doutrina cristã, escola de leitura e escrita, além de canto orfeônico e música instrumental. Essa fase culminava com a opção pelo aprendizado profissional e agrícola, ou pelo estudo da gramática latina para aqueles que pretendiam cursar estudos superiores na Universidade de Coimbra, na Europa.

Na segunda fase, destaca-se a organização e consolidação da educação jesuítica, que se baseava no *Ratio Studiorum* (Saviani, 2014, p. 126-127). Neste novo modelo educacional, houve uma mudança em relação ao plano de Nóbrega, com a supressão do ensino de português e da escola de leitura e escrita. Em seu lugar, foram introduzidos os cursos de Humanidades (Gramática, Dialética e Retórica), Filosofia (Aristotélica) e Teologia (*Summa Theologica* de Santo Tomás). No contexto do ensino de filosofia, havia uma abordagem das “Ciências da Natureza”, especificamente referida como “Física”. É crucial notar que essa concepção não se alinha à compreensão moderna, mas sim ao paradigma aristotélico (Custódio; Custódio, 2023, p. 41). Nesse período, não se observa o ensino da química como uma disciplina sistematizada das “Ciências da Natureza”, algo que só se desenvolveria a partir do século XVIII.

A terceira fase corresponde ao período pombalino, marcado por uma série de reformas modernizantes conhecidas como Reformas Pombalinas. Estas reformas tinham como objetivo colocar Portugal “à altura do século”, ou seja, no contexto do século XVIII, caracterizado pelo Iluminismo (Saviani, 2014, p. 128).

A reforma Pombalina é um importante marco na Historiografia da Educação Brasileira. Por ser contextual, não é possível compreendê-la senão por meio da própria História do Brasil enquanto Colônia de Portugal, espaço temporal onde foi criada. Isso passa necessariamente pelo entendimento das ideias de quem a gerou, qual seja, um dos vultos históricos mais contundentes de Portugal e da América Portuguesa, Sebastião José de Carvalho e Melo, o Marquês de Pombal (primeiro-ministro de Portugal de 1750-1777) (Seco; Amaral, 2021)

As reformas implementadas visavam transformar Portugal em uma metrópole moderna e eficiente, o que implicou diversas mudanças nos âmbitos social, econômico, administrativo e educacional, tanto em Portugal quanto em suas colônias. Entre essas transformações, destaco as reformas educacionais, que desempenharam um papel significativo nesse processo.

Para o Marquês de Pombal, a política educacional deveria ser pragmática e voltada para as relações econômicas entre Portugal e outras nações, especialmente a Inglaterra (Seco; Amaral, 2021). Uma de suas iniciativas mais emblemáticas foi a expulsão dos jesuítas de Portugal e das colônias portuguesas, com o objetivo de enfraquecer o domínio desses religiosos e emancipar os povos indígenas da tutela religiosa, visando impulsionar o crescimento populacional. Contudo, essa ação estatal conflitou com a política protecionista dos jesuítas em relação aos indígenas, gerando atritos e tensionando as relações com Pombal. Esse embate ficou registrado na história como um confronto entre os ideais iluministas de Pombal e a educação de base religiosa promovida pelos jesuítas (Seco; Amaral, 2021).

Naquele período, o controle da educação estava firmemente nas mãos dos jesuítas, cuja expulsão resultou na desestruturação de todo um sistema de ensino estabelecido no Brasil. Como documentado por Seco e Amaral,

Enquanto na Metrópole buscava-se construir um sistema público de ensino, mais moderno e popular, na colônia, apesar das várias tentativas, através de sucessivos alvarás e cartas régias, as Reformas Pombalinas no campo da educação, só logrou desarranjar a sólida estrutura educacional construída pelos jesuítas, confiscando-lhes os bens e fechando todos os seus colégios (Seco; Amaral, 2021).

A expulsão dos jesuítas resultou não apenas na perda de uma sólida infraestrutura educacional, mas também na interrupção abrupta de práticas pedagógicas estabelecidas, deixando um vazio educacional significativo. Diante dessa lacuna, Pombal percebeu a necessidade urgente de reformar o sistema educacional. Ele tomou medidas para substituir o papel dos jesuítas por mestres e professores seculares, com o objetivo de preparar indivíduos capacitados o suficiente para assumir posições de liderança dentro do Estado absolutista. Essa reforma educacional visava não apenas preencher o vácuo deixado pela saída dos jesuítas, mas também fortalecer o aparato estatal ao formar uma elite governante mais alinhada com os interesses do governo.

É importante destacar que a reforma pombalina no Brasil não foi implementada no mesmo momento e da mesma forma que em Portugal. Foi de quase trinta anos o tempo de que o Estado português necessitou para assumir o controle pedagógico da educação a ser oferecida em terras brasileiras; da completa expulsão dos jesuítas e do desmantelamento sistemático de seu aparelho educacional, dos métodos aos materiais didáticos, até a nomeação de um Diretor Geral dos Estudos que deveria, em

nome do Rei, nomear professores e fiscalizar sua ação na colônia (Seco; Amaral, 2021).

As implementações da reforma educacional começaram a tomar forma com a criação da Real Mesa Censória em 1767. Inicialmente encarregada de examinar livros e documentos a serem introduzidos em Portugal, a Mesa Censória posteriormente expandiu seu escopo para assumir a gestão e direção dos estudos menores⁴ em Portugal e suas colônias (Seco; Amaral, 2021). Esse movimento significou uma ampliação e maior alcance das escolas menores, impulsionado pela instituição do subsídio literário para custear a manutenção dos primeiros estudos. Dessa forma, foi estabelecido o novo sistema educacional no Brasil, consolidando uma estrutura que buscava promover a educação em todo o território colonial.

Em Portugal, um esforço considerável foi dedicado à reforma dos estudos maiores⁵, culminando na substituição dos antigos Estatutos da Universidade de Coimbra por um conjunto de regulamentos mais compatíveis com o pensamento científico moderno na esteira do movimento iluminista em 1772 (Cardoso, 2014, p. 184). A análise do Compêndio Histórico da Universidade de Coimbra por Custódio (2017, p. 89) revelou que a química foi integrada aos estudos de Medicina, enquanto no curso de Filosofia houve um incremento metodológico e de conteúdo visando estabelecer uma disciplina de Química que contasse com um professor dedicado exclusivamente a essa cadeira. Essas alterações marcam uma transformação significativa na abordagem dos estudos superiores em Portugal. No entanto, é importante ressaltar que, durante esse período, essa disciplina não foi integrada aos estudos de filosofia nos estudos menores do Brasil.

No contexto das implementações educacionais no Brasil, as aulas régias foram implementadas nos estudos menores, com cada classe sendo conduzida por um único professor⁶. Esse modelo resultou em um sistema fragmentado e disperso, no qual as aulas frequentemente eram ministradas por professores com pouca preparação (Seco; Amaral, 2021). Apesar do aumento no número de aulas devido ao subsídio

⁴ Os estudos menores compreendiam as aulas básicas de leitura, escrita e matemática, conhecidas como primeiras letras, além das aulas de humanidades, que originalmente incluíam gramática latina, língua grega, língua hebraica, retórica e poética. Ao longo do tempo, foram adicionadas disciplinas adicionais, como filosofia moral e racional a partir de 1772 (Cardoso, 2014, p. 182).

⁵ Segundo Cardoso (2014, p. 182) os estudos maiores eram aqueles oferecidos pela universidade.

⁶ A tabela contendo informações sobre os professores nas aulas régias no período de 1772 a 1801 pode ser consultada no livro "História da Educação Brasileira", de autoria de Maria Lucia Spedo Hilsdorf, página 35.

literário imposto colonialmente, a qualidade do ensino permaneceu precária devido à escassez de recursos, à ausência de um currículo regular e à falta de docentes qualificados (Seco; Amaral, 2021). Essa situação resultou em uma formação, similar àquela proporcionada pelos jesuítas, contrastando com as mudanças observadas em Portugal sob as reformas de Pombal, as quais incluíram não apenas o ensino de línguas, literatura moderna e ciências naturais, mas também a promoção de uma formação profissional mais ampla.

Gostaria⁷ de ressaltar que, mesmo diante das alteridades no sistema educacional entre Portugal e Brasil, antes das reformas pombalinas, já se observava um preparo dos indivíduos que frequentavam essas classes de ensino para prosseguirem seus estudos em Coimbra, conforme já apresentado neste capítulo. Um exemplo ilustrativo é o caso de Vicente Coelho de Seabra e Telles (1764-1804), nascido na cidade de Congonhas do Campo, na província das Minas Gerais. Ele recebeu sua educação inicial no Brasil e ingressou na Faculdade de Filosofia de Coimbra em 1783, onde se graduou em Filosofia, Matemática e Medicina (Custódio, 2017, p. 62).

O ingresso de Telles no curso de Filosofia ocorreu após a implementação das reformas pombalinas, momento em que ele teve a oportunidade de cursar a disciplina de Química oferecida pelo curso. De acordo com Custódio (2017, p. 134), Telles foi aluno de Domingos Vandelli (1735-1816), renomado doutor em filosofia. Vandelli foi convidado em 1772 para ocupar a cátedra da disciplina de química e aceitou o convite, assumindo a responsabilidade pela abertura e direção dessa disciplina. Nesse contexto, é imprescindível analisar o Estatuto da Universidade de Coimbra de 1772 para compreender o que era estabelecido para a disciplina de química e a formação que Telles recebeu.

Neste Estatuto, Livro III, na Terceira Parte dedicada ao curso de filosofia, no Título II e Capítulo II, Parágrafo 6, são estabelecidos dois objetivos para a parte experimental da filosofia natural (Universidade de Coimbra, 1773, p. 337). O primeiro consiste em investigar as leis e propriedades gerais dos corpos, buscando

⁷ A escolha pelo uso da primeira pessoa neste trabalho está fundamentada em abordagens fenomenológicas que reconhecem a relevância da perspectiva subjetiva na construção do conhecimento. Segundo Petitmengin e Bitbol (2009), a validade das descrições de primeira pessoa reside na autenticidade e consistência performativa, superando críticas sobre sua confiabilidade em métodos introspectivos tradicionais. Além disso, conforme Depraz (2014), a fenomenologia, enquanto ciência da experiência vivida, pressupõe uma abordagem em primeira pessoa como essencial para capturar a relação encarnada entre o sujeito e os conceitos, descrições e práticas desenvolvidas no processo de investigação.

compreender a razão por trás dos fenômenos conhecidos tanto pela observação quanto pela experiência. O segundo objetivo visa analisar as propriedades específicas dos corpos, examinando seus princípios constituintes, os elementos que os compõem, e revelando os efeitos e propriedades resultantes de suas interações. É este segundo objetivo que define o escopo da Filosofia Química (Universidade de Coimbra, 1773, p.337).

Na parte III deste Estatuto, no Título III e Capítulo IV, destinado às lições do quarto ano, no Parágrafo 2, é estipulado que o professor iniciará a disciplina com um resumo abreviado da história da química, destacando a restauração desta ciência nos últimos tempos e suas utilidades (Universidade de Coimbra, 1773, p. 373). Posteriormente, ele passará para as lições de química, conforme estabelecido nos Parágrafos 11 e 12, ressaltando a necessidade de associação entre a teoria e a prática nesta disciplina. O professor é orientado a demonstrar aos alunos todos os processos químicos, incentivando-os a trabalhar nessas experiências para desenvolver o gosto pela observação da natureza e contribuir para o avanço da ciência.

Para além de um documento normativo, a existência de um laboratório na universidade confirma o caráter experimental desse ensino. Embora Lima (2013, p. 73) sugira que, nessa época, o ensino era predominantemente teórico e baseado em livros, referenciando Carneiro (2006), este último não apresenta tais informações. Além disso, Cardoso (2018) demonstra a existência do laboratório e sua utilização para uma variedade de experimentos desde 1773.

Ao analisar esses aspectos nos documentos, especialmente a ênfase na parte experimental e a necessidade de cultivar o interesse dos alunos nesse trabalho prático, evitando que se tornem meros espectadores, torna-se claro o objetivo de formar químicos práticos. Telles foi beneficiário dessa formação e, com a aposentadoria de Vandelli em 1791, assumiu o cargo de demonstrador da disciplina de química em Coimbra (Custódio, 2017, p. 134).

Com base nos ensinamentos recebidos de Vandelli, Telles, ao longo de suas graduações, empreende a redação do livro "Elementos de Chimica" em língua portuguesa. Conforme Mori (2016, p.2), esta obra foi impressa em Portugal e publicada em duas partes: a primeira, em 1788, inaugurada com uma dedicatória à

Sociedade Literária do Rio de Janeiro⁸ (1786-1794), seguida pela segunda parte, lançada em 1790. Telles justificou sua dedicação ao apresentar a necessidade do estudo da química para o desenvolvimento do Brasil (Custódio, 2017, p. 33).

Essa informação sugere que Telles tinha a intenção de contribuir para um curso de química na Sociedade Literária do Rio de Janeiro, como indicado no Frontispício do livro: "Elementos de chimica offerecidos a sociedade litteraria do rio de janeiro para o uso do seu curso de chimica por vicente coelho de seabra..." (Teles, 1788). Além disso, no discurso preliminar na página IX, ele expressa sua honra em oferecer à essa sociedade para o uso de seu curso de Química (Teles, 1788). Isso levantou questões sobre se realmente havia um curso de química sendo oferecido por essa sociedade ou se o curso seria desenvolvido. No entanto, conforme Mori (2016, p. 2) relata, não há registros de que este livro tenha sido adotado nem no ensino português, nem no brasileiro.

Essa sociedade contava com membros dedicados à química, como João Manso Pereira (1750-1820) e Jose Pinto de Azeredo (1766-1810), os quais escreveram obras apresentando seus experimentos de processos químicos. Essa sociedade sucedeu a Academia Científica do Rio de Janeiro (1772-1786), que incluía uma seção dedicada à química, da qual Manoel Joaquim Henriques de Paiva (1752-1829) fez parte e publicou uma obra em 1783 intitulada "Elementos de Química, e Farmácia". Embora esses autores não tenham recebido destaque neste trabalho, sua contribuição não deve ser menosprezada, apesar de não estarem diretamente envolvidos no ensino de química no Brasil.

No final do século XVIII, o ensino secundário permaneceu largamente arraigado ao modelo das aulas-régias, o qual, ao longo do tempo, foi se expandindo e gradualmente rompendo com a mentalidade do ensino clássico-humanístico dos jesuítas (Vechia, 2014, p. 79). Essa expansão incluiu a criação de novas cadeiras em diversos locais, como a cadeira de Ciências Experimentais. Entretanto, a mudança da abordagem tradicional ocorreu com a fundação do Seminário⁹ Episcopal de Olinda pelo Bispo Azeredo Coutinho (1742-1821) em 1800, introduzindo uma organização mais sistemática e gradual das disciplinas (Vechia, 2014, p.79 e 80). Nesse contexto,

⁸ O funcionamento dessa sociedade baseava-se em reuniões em que seus membros liam e debatiam livremente temas científicos, seguindo os princípios iluministas, e evitando discussões de cunho religioso e político. (Filgueiras, 1990, p. 227)

⁹ O Seminário não apenas capacitava os alunos para o sacerdócio, mas também indivíduos leigos que recebiam o título de filósofos da natureza (Custódio, 2017, p. 146).

a disciplina de Ciências Experimentais adotada no Seminário inspirou-se no modelo de ensino de Coimbra, enfatizando o estímulo à curiosidade e valorizando a observação direta da natureza, bem como suas experiências práticas (Vechia, 2014, p. 80).

Em 1808, a vinda da família real ao Brasil marca um ponto crucial na história do país, trazendo consigo significativas mudanças nos âmbitos social, político e econômico. Segundo Custódio (2017, p. 64), no contexto educacional, D. João VI (1767-1826) empreendeu a fundação de instituições para o ensino superior, como a Academia da Marinha, estabelecida em 1808, e a Academia Real Militar, criada em 1810. Foi nesta última que se registra o primeiro decreto oficial sobre o ensino de química no Brasil, ao criar a cadeira de Química na referida academia (Chassot, 1996, p. 136 e 137). Essa cadeira foi assumida por Daniel Gardner, um britânico, que elaborou um livro intitulado "Syllabus ou compêndio das lições de chimica"¹⁰ (Mori, 2016).

No mesmo ano, uma carta de lei de 1810 disciplinou o ensino, estabelecendo que o professor de química forneceria todos os métodos para o conhecimento das minas, baseando-se nas obras de Lavoisier, Vandequelin, Jouveroi, Lagrange e Chaptal para a elaboração de seu compêndio (Chassot, 1996, p. 137; Custódio, 2017, p. 65). Conforme apresentado por Custódio (2017, p. 65), em 1812 surge um novo decreto real determinando a criação de um Laboratório Químico-Prático para analisar os minerais extraídos.

Salateo (2006, p. 81) apresenta que, além dessas instituições, foi estabelecida em 1817 a Academia Médico-Cirúrgica na Bahia, que incluía uma cadeira de Química voltada para os estudos de medicina, agricultura e farmácia, sob responsabilidade de Antônio de Araújo e Azevedo (1754-1817), também conhecido como Conde da Barca (Custódio, 2017, p. 65). Chassot (1996, p. 139) apresenta as orientações dadas por este conde ao professor titular da cadeira de Química, que incluíam o ensino da teoria química geral por meio de um compêndio, até que este tivesse seu próprio material, e posteriormente a aplicação dessa ciência em diversos ramos manufatureiros por meio de lições práticas. Além disso, durante os as férias, estava prevista a realização de expedições com os alunos para explorar os arredores da cidade da Bahia, com o

¹⁰ Na última página de seu livro Gardner busca justificar a razão de não ter feito um compêndio de Química, mas apenas um resumo dos tópicos a serem abordados em sala de aula (Santos; Filgueiras, 2011).

objetivo de estudar a formação e extração de produtos mineralógicos (Chassot, 1996, p. 139).

Em 1809 foi estabelecida a Academia Médico-Cirúrgica do Rio de Janeiro, que recebeu esse nome oficialmente em 1813, incluindo em sua estrutura uma cadeira de química-farmacêutica (Salateo, 2006, p. 81). Conforme apontado por Santos (2004a), José Caetano de Barros foi nomeado como titular dessa cadeira. No ano de 1832, surgiu a Sociedade Filomática de Química em Salvador, a qual dispunha de um laboratório onde se ministrava cursos de química (Salateo, 2006, p. 81).

Ao observar que houve uma iniciativa por parte da Coroa em promover essas instituições, tanto incentivando os processos manufatureiros quanto realizando as impressões de livros, documentos oficiais e textos na língua oficial, fica evidente que a família real reconhecia a importância do desenvolvimento do ensino no Brasil. Isso pode ser atribuído à crença de que a aplicação do conhecimento científico seria um catalisador para a prosperidade do Estado e a felicidade do povo, contribuindo assim para o avanço do Brasil (Garcia, 2011, p. 159). É igualmente importante destacar que, dentro desse contexto, as instruções do Conde da Barca para o professor titular da cadeira de química, que sugerem iniciar as aulas com a teoria e, em seguida, aplicar os conhecimentos nas diversas indústrias da época, assemelha as abordagens atualmente preconizadas por pesquisadores da área no ensino de Química. (Santos; Dorigon; Sandmann; Bortolo, 2019, p. 35).

2.2 DO PERÍODO IMPERIAL A REPÚBLICA POPULISTA

Desde a independência do Brasil, torna-se evidente a promulgação de diversos decretos, normativas e projetos que abrangem os âmbitos econômico, político e social, refletindo no processo de constituição de um país. No campo educacional¹¹, essas mudanças foram igualmente marcantes, com diversos regulamentos, reformas sendo implementados ao longo desse período para o ensino secundário, técnico e superior (Vechia, 2014). A partir dessas implementações, observa-se a heterogeneidade na constituição de instituições de ensino no país, destacando escolas elementares para instruções básicas, internatos e asilos para o acolhimento

¹¹ Para uma compreensão mais aprofundada das reformas educacionais, recomenda-se a leitura da referência (Vechia, 2014).

de órfãos e jovens em situação de vulnerabilidade social, colégios e liceus para educação mais ampla e preparação para o futuro, e as faculdades e academias superiores para formação especializada (Gondra; Schueler, 2008).

É crucial ressaltar que, embora haja uma variedade de instituições de ensino, merecem destaque duas delas no âmbito da Química. Uma delas foi responsável por estabelecer um padrão do ensino secundário brasileiro, incluindo o ensino de ciências físicas e naturais. A outra instituição, em 1874, ofereceu o curso de formação específico em ciências físicas e naturais. Essas informações serão abordadas mais detalhadamente neste tópico.

Segundo Peres (2010, p. 9), em 1837, um decreto determinou que o Seminário de São Joaquim passasse para a posse imperial. Nesse mesmo ano, conforme apresentado por Vechia (2014, p. 83), por iniciativa do ministro Bernardo Pereira de Vasconcelos (1795-1850), o Colégio de Pedro II foi fundado, ocupando as instalações do referido seminário.

Este colégio foi estabelecido como uma instituição de ensino secundário com o propósito de representar a institucionalização de um sistema educacional em nível nacional, visando educar a elite intelectual, econômica e religiosa brasileira (Vechia, 2014, p. 83). Além de oferecer educação secundária, o Colégio de Pedro II concedia o título de Bacharel em Letras aos alunos aprovados em todas as disciplinas (Jornada, 2013, p. 42). O regulamento Nº8 de 1838, que delineia o estatuto do Colégio de Pedro II, incorpora uma série de disposições inspiradas nos liceus franceses (Custódio, 2017, p. 154; Jornada, 2013, p. 45), demonstrando que o modelo francês foi a principal fonte de referência para esta instituição de ensino.

Durante o período imperial, várias reformas ministeriais foram implementadas, resultando em mudanças no estatuto do colégio, adaptando-o às necessidades e circunstâncias nacionais. É fundamental destacar que essas alterações no ensino secundário estavam intimamente ligadas às instituições de nível superior estabelecidas no Brasil (Custódio, 2017, p. 193), conforme discutido na seção 2.1 deste capítulo. Mais especificamente, essas mudanças estavam relacionadas aos exames preparatórios, que permitiam aos alunos se habilitarem para ingressar nos cursos superiores (Peres, 2010, p. 9).

Vechia (2014, p. 86) destaca que essas mudanças também abrangeram aspectos relacionados à organização administrativa, ao sistema de avaliação e aos exames. Embora este autor não discuta especificamente o impacto das reformas no

ensino de Química, Custódio (2017, p. 165) sugere que o desenvolvimento dessa disciplina foi diretamente afetado, enquanto Jornada (2013, p. 70) argumenta que as reformas tiveram pouco efeito nos programas de ensino de Química. Em minha análise, embora essas alterações estejam intrinsecamente ligadas à estrutura do colégio, não é possível identificar aspectos que demonstrem mudanças profundas no ensino de Química. Pelo contrário, é evidente que havia uma preocupação em introduzir os livros didáticos franceses, demonstrando o interesse em acompanhar o desenvolvimento europeu dessas ciências.

Além disso, pode-se afirmar que o ensino de química incluía a instrução dos alunos sobre os elementos químicos e sua presença na natureza, assim como sobre a composição das substâncias naturais ou produzidas (Jornada, 2013, p. 69). No entanto, é crucial reconhecer as limitações das bibliografias referenciadas em discorrer sobre a metodologia de ensino empregada nas escolas secundárias e a dificuldade de acesso aos planos de estudo ou registros que demonstrem a prática de ensino dos professores durante esse período.

Outra instituição que desempenhou um papel fundamental para o desenvolvimento do ensino de química foi a Escola Politécnica do Rio de Janeiro, assim nomeada em 1874. De acordo com Custódio (2017, p. 146 e 147), essa instituição surgiu a partir das reformas propostas para a Academia Real Militar, que embora já incluísse o ensino de química em seus cursos superiores, somente em 1874 passou a oferecer um curso específico em ciências físicas e naturais. Conforme Gabler (2022), os estatutos dessa instituição foram inspirados a partir de 1839 em programas franceses, como os da Escola Politécnica e da Escola de Aplicação de Engenharia e Artilharia em Metz.

Segundo Beneti (2014, p. 74), as análises de documentos primários e secundários sugerem que o ensino era predominantemente teórico, baseado na repetição de exposição de conteúdo, dividido em duas partes: a primeira destinada ao conteúdo novo e a segunda para revisão do último conteúdo aprendido. No entanto, relatórios e correspondências sobre o ensino prático na Escola Politécnica em 1876 indicam a existência de um laboratório em pleno uso (Santos, 2004b, p. 60), uma afirmação corroborada por Santos e Alencastro (2000, p. 421) ao apresentarem as condições do laboratório que o professor Wilhelm Michler (1846-1889) passou a coordenar a partir de 1882, evidenciando as melhorias implementadas por ele. Este

cenário contrasta com a situação no Colégio de Pedro II, onde o ensino prático só foi incorporado em 1925 (Ferreira et al., 2010, p. 134).

Durante o período imperial, o ensino de química parece ter seguido predominantemente uma abordagem teórica no ensino secundário, enquanto adotava uma abordagem teórica e prática no ensino técnico e superior, conforme evidenciado pelos documentos analisados. É perceptível nos registros que a educação em geral era concebida como um instrumento para alcançar objetivos de ordem social, política e econômica, todos voltados para o desenvolvimento nacional. A concepção da ciência no Brasil nessa época estava voltada para a busca contínua por melhores modelos de ensino, muitas vezes estrangeiros, especialmente de origem francesa. Embora ainda haja pouca informação sobre o ensino de química no período imperial, é essencial investigar o percurso desta disciplina para compreender como ela se constituiu no ensino secundário do país.

Após a Proclamação da República em 1889, uma série de transformações políticas, sociais e educacionais marcaram o período da Primeira República no Brasil. Em 1890, a reforma liderada por Benjamin Constant reestruturou o ensino secundário, baseando-se na ordenação lógica das ciências fundamentais proposta por Augusto Comte¹², com a intenção de substituir o currículo humanístico pelo enciclopédico (Vechia, 2014, p. 87). Este redirecionamento, focalizado no Gymnasio Nacional, anteriormente conhecido como Colégio de Pedro II, representou uma notável assimilação de elementos positivistas no contexto educacional brasileiro daquela época (Custódio, 2022, p. 68). Além disso, observa-se a criação do Pedagogium¹³ e a ênfase na orientação dos liceus para seguirem os planos de estudo, programas de ensino e livros didáticos do Gymnasio, visando a redução das disparidades entre as instituições de ensino e auxiliando os alunos na preparação para o Exame de Madureza¹⁴ (Vechia, 2014, p. 89).

¹² Seguindo a proposta de classificação das ciências de Comte, que emerge da problemática discutida sobre os critérios de categorização, a filosofia positiva estabelece cinco ciências fundamentais, em ordem sucessiva e invariável de importância: a astronomia, a física, a química, a fisiologia e a física social (Junior, 2014).

¹³ O "Pedagogium" mencionado refere-se a uma instituição educacional localizada na cidade do Rio de Janeiro, que desempenhou um papel fundamental como centro catalisador de reformas e melhorias no sistema educacional nacional (Bastos, 2014, p. 125).

¹⁴ O exame de madureza está diretamente relacionado com a maturidade intelectual dos conhecimentos fornecidos pelo Gymnasio Nacional, conforme sugere o Decreto Nº 981 de 1890. Este decreto pode ser consultado para um maior entendimento sobre o assunto.

De acordo com Ribeiro (2012, p. 103), a falta de uma infraestrutura institucional sólida comprometeu a efetiva implantação das reformas educacionais propostas, enquanto o apoio limitado das elites dificultou sua aplicabilidade, resultando em sucessos parciais. Além dessas reformas, ocorreram outras durante a Primeira República (1889-1930). No entanto, devido à escassez de informações detalhadas e pesquisas aprofundadas sobre o ensino de ciências ou química na época, o impacto e as mudanças efetivas desencadeadas por essas reformas permanecem incertos. Ribeiro (2012, p. 104) sugere que a falta de apoio nacional e a natureza isolada das tentativas reformistas contribuíram para seu fracasso cultural e pedagógico.

É crucial ressaltar que as iniciativas fragmentadas das reformas educacionais foram influenciadas pela Constituição de 1888, que estipulava que a União seria responsável pelo ensino superior, enquanto os ensinos primário e secundário ficariam a cargo das províncias. É fundamental destacar que a maioria dessas províncias era economicamente desfavorecida, sendo os estados mais desenvolvidos São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais (Magalhães, 2021, p. 2). Essas informações são corroboradas na dissertação de Talita Cristina Rail Carvalho (2021), que estuda a situação do estado do Maranhão entre 1890 e 1914. Carvalho (2021, p. 77) também relata a introdução da disciplina de química no Liceu Maranhense em 1890, na forma de "Elementos de Física, Química e Mineralogia", seguindo um modelo já estabelecido no período imperial.

Outro exemplo significativo é o Gymnasio de São Paulo, que desde 1895 previa espaços dedicados ao ensino de ciências, incluindo recursos que possibilitaram a realização de aulas práticas. De acordo com Meloni (2012, p. 38), o acervo de materiais do laboratório de química do Colégio Culto à Ciências foi gradualmente constituído entre 1898 e 1903, por meio da aquisição de diversas coleções de materiais de várias instituições. Isso evidencia que mesmo em um Estado desenvolvido, como São Paulo, havia dificuldades financeiras no Colégio para estabelecer plenamente o ensino prático de acordo com as reformas educacionais. A utilização destes materiais é corroborada pelo relato de Nagib Chaib, um aluno que frequentou esse colégio nas décadas de 20 e 30. Chaib menciona a existência desse laboratório e esclarece, em sua fala, que as aulas "experimentais" eram realizadas na sala de aula, sob a forma de demonstrações. Ele também salienta que essas demonstrações visavam verificar o conhecimento prévio ou confirmar o conteúdo estudado nos livros (Sicca, 1990, p. 26).

Como forma de abordar o ensino de química durante esse período, Schnetzler (1981) investiga o tratamento do conhecimento químico em livros didáticos, analisando o progresso desse conhecimento de 1875 a 1978. Em seu artigo, ela destaca que houve uma aprendizagem mais significativa do conteúdo químico entre 1875 e 1930, enquanto os livros produzidos entre 1931 e 1941 apresentavam maior ênfase na experimentação e na relação do conhecimento químico com a vida cotidiana. Sicca (1990, p. 28), por sua vez, relata que, durante a 3ª Conferência Nacional de Educação (1929), foram realizadas visitas às escolas oficiais que permitiram verificar que as experimentações eram principalmente demonstrações, muitas vezes relacionadas à preparação ou propriedades dos compostos. Nesse sentido, de acordo com os relatos de professores e análises de livros feitas por Sicca (1990), havia uma preocupação em envolver os alunos como agentes ativos das experiências, ao invés de meros espectadores, pois acreditava-se que a observação dos fenômenos contribuía para o desenvolvimento do conhecimento, enquanto os livros serviam para reforçar e recordar os fatos observados. No entanto, essa preocupação permaneceu em um nível teórico, já que o ensino de Química no ensino secundário ainda era predominantemente baseado em livros, algo que viria a mudar no período 1930 a 1937 com diversos debates educacionais.

Esses aspectos são de suma importância, pois evidenciam uma mudança significativa na abordagem do ensino de Química ao longo do tempo: uma predominância teórica até 1930, seguida por uma abordagem mais prática após esse período. Com efeito, as análises conduzidas por Schnetzler (1981) e Sicca (1990) sobre os materiais didáticos, bem como a apresentação dos relatos de professores feita pela última autora, demonstram que a maioria das instituições educacionais adotavam a perspectiva teórica como o principal método de ensino, embora a prática experimental estivesse presente em algumas instituições de forma complementar, sendo frequentemente realizada na forma de demonstrações. Tal abordagem sugere um afastamento do método observacional e do potencial de despertar o interesse dos alunos pela ciência, uma vez que estes raramente participavam ativamente dessas atividades.

Em contrapartida, o ensino de Química nas escolas politécnicas e nos institutos de Química parecia adotar uma abordagem mais observacional, assemelhando-se à encontrada nos estatutos de Coimbra, o que permitia aos alunos realizarem experimentos. Porém, essas atividades estavam direcionadas principalmente para o

conhecimento técnico e industrial, com o objetivo primordial de fornecer formação em níveis superior e técnico. Essa formação servia como base para a aplicação prática de conhecimentos em diversas áreas, tais como agricultura, mineralogia, medicina e farmácia (Custódio, 2022, p. 81).

No início da Era Vargas (1930-1945), após a criação do Ministério da Educação e Saúde Pública em 1930, uma série de reformas educacionais foram implementadas pelo ministro Francisco Campos (1891-1968) em 1931. Sicca (1990, p. 29), ao citar Adalberto Correa Senna, destaca que uma das principais intenções do Ministro era redefinir o propósito do ensino secundário, visando uma mudança de ênfase curricular em direção à formação centrada no estudante, o que representaria uma revolução paradigmática na educação. No entanto, a reforma descrita no Decreto 19.890 revela que, ao invés disso, mantém o ensino secundário em função do ensino superior.

Simultaneamente a essa iniciativa organizacional, o Colégio de Pedro II, que havia sido renomeado como *Gymnasio Nacional* na primeira república, retoma seu nome original e é reconhecido novamente como uma instituição de referência nacional. Quanto à estrutura curricular, o novo modelo educacional foi dividido em um curso fundamental de cinco anos e um curso complementar de dois anos, destinado aos candidatos que desejavam ingressar em institutos de ensino superior (Brasil, 1931a).

No mesmo ano, Francisco Campos publicou os programas curriculares do curso fundamental para o ensino secundário, os quais foram oficializados pela Decreto nº 19.890 (Brasil, 1931b, p. 12.405). Esses programas detalharam as instruções pedagógicas e os objetivos de cada disciplina, incluindo a Química. O ensino de Química, conforme delineado, tinha por objetivo oferecer aos alunos uma compreensão da composição, estrutura e propriedades dos corpos, assim como das leis que regem suas transformações (Brasil, 1931b, p. 12.418). Essa compreensão deveria ser alcançada por meio de um processo educativo fundamentado em raciocínio lógico e científico. Ademais, havia o objetivo de integrar a disciplina com outras áreas das ciências físicas e naturais, destacando sua aplicação prática no cotidiano, o que evidenciava a relevância e a utilidade desse conhecimento.

Essas instruções também abordam os aspectos práticos das experiências destinadas aos professores, delineando um ensino que se baseia nos princípios do método experimental. Nesse contexto, a experimentação é conduzida principalmente

pelos professores através de demonstrações, com o intuito de permitir a constatação do conhecimento adquirido por meio da observação (Sicca, 1990, p. 50).

Em 1932, os intelectuais lançaram o "Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova". Este manifesto propugnou pela democratização e modernização do ensino e do sistema educacional, em consonância com ideias liberais, enquanto enfrentava resistências político-ideológicas especialmente das forças católicas (Sicca, 1990, p. 30). Os pioneiros desse movimento foram influenciados pelas ideias da "Escola Nova", impulsionando a luta pela expansão dos serviços públicos de educação e a revisão de seus métodos e planos, sob a influência das ideias de Dewey¹⁵. No entanto, só posteriormente foi por meio desses debates que essas ideias se difundiram na cultura, tornando-se posteriormente parte integrante da Reforma Capanema.

Neste cenário, estava em andamento a reforma no ensino secundário. Dentro desse movimento de reestruturação, surgiram as instruções metodológicas voltadas para a renovação do ensino secundário, incluindo propostas para o ensino de Química. Essas diretrizes não se limitavam apenas à atualização dos conteúdos, mas também buscavam redefinir a abordagem pedagógica. Dentre as sugestões apresentadas, destacava-se a importância dada à ampliação do repertório de conhecimentos químicos, à promoção de uma abordagem mais investigativa e à integração dos saberes teóricos com sua aplicação prática. Tais medidas eram consideradas essenciais pelos governadores para proporcionar aos alunos uma formação mais abrangente e capacitá-los para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo.

Ao analisar a proposta metodológica para o ensino de Química, fica evidente a preocupação em estabelecer uma sólida base teórica antes de introduzir os alunos aos princípios do método experimental. Como ressaltado por Sicca (1990, p. 33), a abordagem preconiza que a compreensão dos fenômenos químicos se inicie pela observação e experimentação direta por parte dos estudantes. Essa abordagem não apenas reforça a importância da prática como elemento fundamental no aprendizado, mas também estimula o surgimento de um interesse por aulas práticas no ensino de Química do ensino secundário.

¹⁵ As ideias propostas por Dewey sugerem um trabalho conjunto entre teoria e prática, o que pode ser interpretado como uma sinergia entre esses dois aspectos (práxis). Essa abordagem enfatiza um aprendizado ativo, no qual os alunos aprendem participando ativamente de situações baseadas em experiências reais de vida, o que confere sentido e função ao processo educacional. Para mais informações, consultar Santos, Oliveira e Paiva, (2022).

Outro aspecto da reforma de Francisco Campos, como destacado por Ramos (2011, p. 229), foi a consagração pela Constituição de 1934, que estabeleceu que o acesso ao ensino superior não seria mais mediante exame, como era praticado nos períodos anteriores. Agora, era obrigatório concluir todo o ensino secundário para então ter acesso ao ensino superior. Esse processo foi caracterizado por alguns autores como uma organicidade do ensino secundário, apresentando um currículo de seriação obrigatória (Ramos, 2011; Santos; Galletti, 2023). Ao mesmo tempo, esses currículos tinham um caráter enciclopédico, algo que vinha sendo estabelecido no ensino secundário desde a reforma de Benjamin Constante, mantendo a característica elitista.

Em 1934, também foi fundada uma instituição com o objetivo de desenvolver atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão, conhecida como Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH) (História da FFLCH, [s. d.]). Segundo Abrantes e Azevedo (2010, p. 473), nessa instituição foram criados departamentos específicos para o ensino de ciências, com o propósito de formar professores para o ensino secundário, preparar novas gerações de cientistas e promover a pesquisa científica teórica ou experimental.

De acordo com o depoimento de Simão Mathias, aluno da primeira turma do curso de Química, o sistema de ensino implantado foi o alemão, no qual os alunos tinham muitas aulas práticas, interrompidas para assistir às aulas teóricas (Sicca, 1990, p. 37). Nesse momento, observa-se um esforço para formar educadores para o ensino médio ao mesmo tempo em que se mantinha a formação de químicos práticos. Vale ressaltar que, mesmo formando professores para compor o ensino médio, a maioria dos licenciados permaneceu no ensino superior ou foi para empresas, e apenas uma pequena minoria migrou para o ensino médio (Sicca, 1990, p. 38).

Em 1937, por meio de um golpe liderado por Getúlio Vargas e com o apoio das forças armadas, foi instituído o Estado Novo. De acordo com Sicca (1990, p. 39), "a ação governamental, no setor educacional, privilegiaria a educação técnico-profissional e a rural, atendendo às necessidades da sociedade". Como parte das medidas adotadas pelo governo, foi promulgada a Lei Orgânica do Ensino Secundário em 1942, conhecida como Reforma Capanema. Essa reforma propôs que o ensino médio fosse dividido em duas vertentes: técnica e acadêmica. Enquanto as escolas técnicas visavam proporcionar maior produtividade no setor industrial, sendo

direcionadas principalmente para os menos favorecidos, as escolas secundárias tinham como objetivo educar a elite (Sicca, 1990, p. 39 e 40).

A proposta de Capanema, assim como a de Francisco Campos, delineou o ensino secundário com o propósito de formar a população, mas agora enfatizava-se também a promoção de uma consciência patriótica e humanística. Paralelamente, foi apresentada uma estrutura de ensino composta por dois tipos de estabelecimentos: o ginásio, responsável pelo primeiro ciclo, e o colégio, responsável pelos cursos clássico e científicos no segundo ciclo (Brasil, 1942).

No contexto das questões pedagógicas na área do ensino de ciências, é clara a influência de Dewey. Para os legisladores, o papel fundamental das ciências deveria ser a formação do espírito científico, expresso pela curiosidade, desejo pela verdade, compreensão da utilidade dos conhecimentos científicos e sua aquisição (Sicca, 1990, p. 41). Esse caráter essencial vinculado ao ensino de ciências estava presente nos programas para o ensino de Química publicados em 1943, mas sua implementação efetiva ocorreu após o término do Estado Novo em 1945 e permaneceu vigente até a promulgação das Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) na década de 1960 (Sicca, 1990, p. 49). Dessa forma, a programação e as instruções metodológicas adotadas durante todo esse período no ensino de Química foram as da Reforma Francisco Campos, como evidenciado nos livros didáticos da época (Sicca, 1990, p. 49).

Para compreender melhor o ideário pedagógico e a prática docente, Sicca (1990, p. 46) analisou as atas do 3º Congresso Sul-Americano de Química e identificou o professor Oliveira de Menezes como o reformador do método de ensino de Química no Colégio Pedro II. Menezes inicia no colégio uma abordagem alinhada com o método científico. Além disso, entre os materiais do congresso, Sicca (1990, p. 74) identificou uma proposta pedagógica intitulada "redescoberta", apresentada pela professora Odete Heinzemann do Instituto de Educação do Rio de Janeiro da seguinte maneira:

Em nenhum outro estudo, como na 'redescoberta' de verdade científicas por meio de experiências selecionadas pelos mestres, mas executadas pelos alunos sem conhecimento prévio de sua finalidade, desenvolve-se tanto a capacidade de observação, de atenção, de trabalho, de método, de raciocínio crítico e autocrítico e amor à verdade. Não é a imposição de uma verdade científica, como dogma, mas a verificação da verdade pelo próprio aluno elevado à categoria de pesquisador. (Sicca, 1990, p. 47)

Nesta declaração, há uma distinção notável em relação à proposta estabelecida nos programas curriculares de 1931, onde a experimentação é conduzida pelos professores para confirmar os conhecimentos adquiridos. Na abordagem aqui destacada, os alunos estão ativamente envolvidos no processo, realizando eles próprios as experimentações na busca pelo aprendizado. A professora Maria Emília César, do mesmo instituto, informa que essa proposta já é utilizada na instituição e “salienta que a aplicação dos princípios da Escola Nova no ensino de Química pode ser concretizada por meio desse método” (Sicca, 1990, p. 47).

Embora alguns professores começassem a realizar mudanças em suas práticas pedagógicas, muitos ainda tinham dúvidas, como apontado por Sicca ao retratar a discussão sobre a natureza do método científico. Alguns defendiam a indução como o método de produção da ciência, enquanto outros argumentavam que a produção científica só ocorre com a indução e a dedução. Essa divergência refletia não apenas incertezas sobre o método adequado, mas também a necessidade de uma compreensão mais aprofundada sobre os processos científicos e sua aplicação no ensino de Química.

Durante o período da República Populista, em 1946, surgiu no Brasil o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), como desdobramento de um projeto da Comissão Nacional da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). Seu objetivo primordial era difundir no país os projetos internacionais da UNESCO, promovendo a integração e a disseminação de conhecimentos (Santos; Galletti, 2023, p. 19). A sua criação representou um marco importante para o estímulo e a organização de grupos, projetos e eventos que congregavam pesquisadores e professores da educação básica, especialmente em São Paulo. Essas iniciativas tinham como foco central aprimorar o ensino, destacando-se a adoção do método experimental para alcançar esse objetivo.

Essa entidade desempenhou um papel crucial na produção de kits de experimentação e materiais didáticos destinados às atividades práticas em laboratório no Brasil, ao longo do período entre 1950 e 1980, com apoio financeiro dos Estados Unidos. Esses recursos foram distribuídos para diversas escolas do país e disponibilizados para o público em geral (Santos; Galletti, 2023, p. 21). O interesse em institucionalizar o ensino de ciências, enfatizando tanto o conhecimento teórico quanto o experimental, aliado a outros movimentos que se desenvolviam desde a

década de 1930, contribuiu significativamente para a promoção da disseminação da educação e da cultura científica.

A Constituição de 1946, nos Artigos 170, 171 e 174, atribui à União a responsabilidade de organizar o sistema federal de ensino, enquanto aos Estados, juntamente com o Distrito Federal, cabe a organização de seus próprios sistemas educacionais. Além disso, a legislação também incentiva a criação de institutos de pesquisa, de preferência vinculados aos estabelecimentos de ensino superior. É importante ressaltar que cada estado é responsável pela organização de seu sistema de ensino, uma prática que se estende desde as Constituições de 1967, 1969 e, posteriormente, à de 1988. Esta última trouxe uma mudança significativa ao determinar que a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios organizem, em regime de colaboração, seus sistemas de ensino, um princípio que continua em vigor até os dias atuais.

Além da Constituição, diversos debates marcaram o cenário educacional, conforme observado por Ramos (2011, p. 231) e Sicca (1990, p. 55), culminando no surgimento do projeto de Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), que foi aprovado em 1961. Segundo Sicca (1990, p. 55), esses debates podem ser segmentados em duas fases distintas. A primeira, que abrangeu o período de 1948 a 1958, concentrou-se nas discussões em torno do texto constitucional, especialmente no que diz respeito à organização do ensino. Já a segunda fase, entre 1958 e 1961, foi caracterizada pelo embate entre os grupos que defendiam o monopólio estatal da educação e aqueles em favor das instituições privadas. Esses debates foram fundamentais para moldar as diretrizes e bases da educação nacional que viriam a ser estabelecidas pela legislação aprovada em 1961.

Em meio aos debates e conflitos sobre elaboração da LDBEN, é importante destacar que o ensino secundário seguia os programas estabelecidos pela Reforma Capanema, o que incluía o ensino de Química. Os novos programas e as instruções metodológicas correspondentes foram publicados somente em 1951. Neles, os objetivos enfatizavam de maneira mais explícita “a prática pelos próprios alunos do método experimental, sua participação constante e ativa no trabalho e no raciocínio científico” (Sicca, 1990, p. 58). Além disso, era necessário que a escola dispusesse de um espaço laboratorial que, no mínimo, tivesse instalações para 8 lugares distintos para a realização de atividades pelos alunos.

As normativas e programas de instruções metodológicas destinados a reformar o ensino secundário, especialmente o de química, refletiam um interesse genuíno em promover mudanças. No entanto, uma série de obstáculos, como o baixo salário dos professores, laboratórios inadequadamente equipados e questões relacionadas à relação entre diretores escolares e professores, além das dificuldades na formação docente, acabaram por dificultar a efetiva implementação dessas reformas (Sicca, 1990, p. 61). Entre as dificuldades enfrentadas, conforme relatos apresentados por Sicca (1990, p. 62), destaca-se o aumento da carga de trabalho para garantir a subsistência financeira e as dificuldades de locomoção, muitas vezes impossibilitando o uso dos laboratórios. Tais desafios foram tão significativos que, em 1959, durante a XI reunião anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), tornaram-se tema de discussão, levando à solicitação do apoio da SBPC e da Associação de Professores do Brasil para efetivar a tão necessária renovação do ensino de ciências. Também durante essa reunião, foi ressaltado o déficit no preparo metodológico dos alunos da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, especialmente na área de ciências. Ex-alunos relataram as dificuldades em saber selecionar o conteúdo a ser ensinado, bem como em preparar e conduzir aulas experimentais (Sicca, 1990, p. 63).

Diante do contexto desafiador, várias escolas secundárias oficiais decidiram agir para contornar as dificuldades emergentes. Nesse sentido, surgiram atividades extracurriculares, como os clubes de ciências e de química, juntamente com a criação de jornais científicos e a realização de sessões de filmes relacionados à ciência. Dentro desses clubes, os alunos tinham a oportunidade de realizar experimentos práticos, visitar indústrias e até mesmo publicar seus trabalhos em jornais. Paralelamente, o IBECC lançou folhetos avulsos contendo instruções detalhadas para a realização de experimentos, denominados de laboratórios portáteis. Esses materiais forneciam objetivos claros, considerações teóricas, uma lista de materiais necessários e procedimentos¹⁶ passo a passo a serem seguidos por professores e alunos (Sicca, 1990, p. 63).

Em 1961, é promulgada a Lei nº 4.024, conhecida como LDBEN, que trouxe consigo uma estrutura flexível para o ensino médio, permitindo aos alunos optarem por diferentes modalidades, como industrial, agrícola, comercial e secundário (Diogo;

¹⁶ Os roteiros de titulação e ácidos podem ser visualizados nas páginas 63 e 65 da referência (Sicca, 1990).

Gobara, 2008, p. 380). Além disso, essa lei destacava as disciplinas científicas como meios de fomentar o progresso e o desenvolvimento nacional, uma perspectiva que vinha sendo enraizada nos discursos e, sobretudo, nos documentos oficiais desde a fundação do Colégio Pedro II, em 1838. Segundo Diogo e Gobara (2008, p. 380), citando Krasilchik, foi nesse período que a disciplina "Iniciação à Ciência" foi incorporada ao currículo do curso ginásial, enquanto o número de aulas de física, química e biologia foi ampliado nos cursos colegiais.

Segundo Krasilchik (2000, p. 87), nos anos 60, o processo ensino-aprendizagem foi profundamente influenciado pelas ideias dos educadores comportamentais, os quais preconizavam a formulação de objetivos de ensino na forma de comportamentos observáveis, acompanhados de indicações sobre como alcançá-los e quais seriam os indicadores mínimos de desempenho aceitável. No entanto, no final dessa década, as concepções de Jean Piaget sobre o desenvolvimento intelectual emergiram como uma força central no processo de ensino e aprendizagem da ciência (Krasilchik, 2000, p. 88).

Durante esse período, destaca-se como ideia central e fundamental do método científico a formulação de hipóteses seguida pela experimentação e verificação, possibilitando a confirmação ou refutação das hipóteses iniciais e a geração de novas conjecturas (Krasilchik, 2000, p. 88). Nesse contexto, observa-se que o método científico empregado no ensino de ciências, incluindo a química, assemelha-se essencialmente a uma abordagem de pesquisa, que pressupõe implicitamente a disponibilidade de laboratórios nas instituições educacionais para facilitar sua aplicação pelos educadores. No entanto, constata-se que, até o momento, essa realidade de instituições com laboratórios não é uniforme em diversas escolas de ensino secundário, o que torna a implementação desse método desafiadora em muitos casos.

Ademais, a lei mantém o objetivo de desenvolver o espírito científico, uma perspectiva altamente promissora para o avanço do ensino de ciências. No entanto, esse aspecto enfrentará transformações significativas devido às mudanças políticas no país, especialmente com a imposição do regime militar em 1964. Nesse novo contexto, a escola teve como objetivo primordial a formação do trabalhador para atender às demandas do desenvolvimento econômico nacional. Paralelamente, algumas mudanças terão implicações na formação de professores de Ciências, aspecto que será abordado com mais detalhes no próximo item.

2.3 DO REGIME MILITAR AOS TEMPOS ATUAIS

Em 1964, o Brasil testemunhou um momento crucial de sua história com o golpe de estado ocorrido em 31 de março, um evento que desencadeou uma revolução envolta em tensões políticas e econômicas. Esta revolução marcou uma ruptura política significativa ao estabelecer o regime militar. No campo da educação, as políticas governamentais enfrentaram um desafio monumental com o aumento exponencial da demanda social, uma tendência já observada nas décadas anteriores devido ao movimento de urbanização, onde a população via na educação um meio fundamental de ascensão social. Entretanto, o governo falhou em atender adequadamente a essas demandas quantitativas, agravando ainda mais a crise já existente no sistema educacional (Sicca, 1990, p. 76).

De acordo com Linden (2022, p. 45), o agravamento no sistema educacional foi utilizado pelo Brasil como justificativa para assinar vários convênios com os Estados Unidos, conhecidos como acordos MEC-USAID. Estes acordos entre o Ministério da Educação e Cultura (MEC) e a United States Agency for International Development (USAID) abrangeram a educação primária, o ensino médio, bem como a expansão e o aperfeiçoamento do quadro de professores do ensino médio. Como parte dessas implementações, houve a renomeação dos cursos, com o curso primário e ginásial sendo denominado como primeiro grau, e o curso científico e clássico como segundo grau. Além disso, foi estabelecido um centro de treinamento educacional vinculado ao Centro Regional de Pesquisas Educacionais do Recife, com o objetivo de contribuir para a formação dos profissionais da educação (Linden, 2022, p. 47).

Em 1965, foram aprovadas as Leis 4.465, que regulamentaram a organização e o funcionamento dos órgãos estudantis, e a Lei 5.540, destinada a reformar o ensino superior com uma abordagem mais produtivista e desenvolvimentista. De acordo com Linden (2022, p. 46), o acordo MEC-USAID teve uma grande influência na Reforma Universitária, especialmente após a publicação da Lei Nº 5.540, visando uma maior economia e eficiência operacional. A assinatura desses acordos e a repressão estudantil culminaram em confrontos entre o movimento estudantil e o governo militar, desencadeando a crise de 1968 (Sicca, 1990, p. 77).

Neste cenário, o ensino do segundo grau durante as décadas de 60 e 70 seguiu as diretrizes estabelecidas pela LDBEN, que passou por alterações significativas em 1971 com a promulgação da Lei 5.692, conhecida como Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB). Conforme destacado por Sicca (1990, p. 78), o objetivo claro dessa lei era direcionar a educação do trabalhador para uma perspectiva técnica de habilitação e qualificação, reduzindo sua abordagem ao aspecto prático do trabalho. Essas mudanças no ensino de primeiro e segundo graus, voltadas para a preparação para o mercado de trabalho, exigiram ajustes significativos por parte do sistema público de ensino, enquanto as instituições privadas mantiveram o foco na preparação de seus alunos para o ensino superior (Krasilchik, 2000, p. 87).

Na esfera do ensino de química, persiste a ênfase na experimentação, uma característica compartilhada por diversos países europeus e pelos Estados Unidos. Como observado por Sicca (1990, p. 80), esses países reconhecem a experimentação como essencial para o sucesso no ensino dos princípios fundamentais da disciplina. Simultaneamente, projetos educacionais de renome dos Estados Unidos, como o CHEM STUDY (Química, uma ciência experimental) e o CBA (Química – Sistemas Químicos), estavam sendo adaptados para o contexto brasileiro pelo IBECC. Esses projetos foram posteriormente incorporados a programas de capacitação para professores, oferecendo-lhes a oportunidade de realizar estágios no Centro de Treinamento de Professores de Ciências Exatas e Naturais de São Paulo (CECISP). No entanto, não há registros do uso desses projetos nas escolas, sugerindo que foram voltados principalmente para o aprimoramento profissional dos professores que participaram dos cursos relacionados a esses projetos até o início dos anos 80 (Sicca, 1990, p. 83).

A preocupação contínua com a formação dos professores de Química levou à criação de encontros de debates sobre o ensino dessa disciplina. Esses encontros anuais proporcionaram uma oportunidade valiosa para os educadores estabelecerem contatos entre si, especialmente aqueles que estão na linha de frente na promoção da renovação do ensino (Chassot, 2018, p. 71). Attico Chassot foi um dos idealizadores e organizadores do primeiro encontro, realizado no Rio Grande do Sul em 1980, denominado Encontros de Debates sobre o Ensino de Química (Edeqs¹⁷).

¹⁷ Esse encontro inaugural deu origem a uma série de 12 eventos subsequentes, realizados anualmente, com exceção de 1991. No entanto, essa tradição perdura, e o mais recente encontro ocorreu em outubro de 2023.

Segundo Chassot (2018, p. 72), centenas de professores dos três níveis de ensino se reuniram para discutir “as inter-relações do ensino de Química nas diferentes etapas da educação escolar, bem como as interações entre os pesquisadores e o ensino”.

No ano seguinte, durante o segundo EDEQ, Roseli Pacheco Schnetzler foi convidada por Attico Chassot a participar da reunião. De acordo com Alexandrino, Bretones e Queiroz, (2022, p. 249), citando a própria Schnetzler, foi nesse contexto que ela “encontrou o exemplo e o estímulo para propor e organizar um outro tipo de encontro, o ENEQ”. Em 1982, ocorreu o primeiro ENEQ, que incluiu conferências, simpósios e a apresentação e discussão de 43 trabalhos sobre análise e novas propostas de ensino.

Neste mesmo ano, a promulgação da Lei 7.044 alterou significativamente os objetivos da escola de segundo grau, atribuindo-lhe funções formativas, profissionalizantes e propedêuticas (Sicca, 1990, p. 94). No estado de São Paulo, foi criada uma Proposta Curricular para o ensino de Química, distinta das outras propostas por contar com a participação de legisladores, professores de escolas públicas e especialistas universitários (Sicca, 1990, p. 112). Essa proposta enfatiza que o ensino de química deve se basear em princípios orientadores, como a experimentação, o tratamento do conhecimento científico e a análise crítica.

Paralelamente, foram publicadas instruções metodológicas que reforçavam esses princípios, embora não colocassem a experimentação como a abordagem central para o desenvolvimento desse ensino. Sicca (1990, p. 85), ao analisar os livros didáticos de química desse período, identificou a ausência de atividades experimentais que integrassem a exposição teórica com a demonstração prática.

Em março de 1985, com a saída do general Figueiredo da presidência do Brasil e a entrada de um civil no cargo, José Sarney, marcou-se o início de uma nova era na história brasileira, simbolizando o fim do regime militar. Um dos primeiros marcos desse novo período foi a promulgação da Constituição de 1988, que permanece em vigor até os dias atuais. Em resposta às crises educacionais enfrentadas durante o período anterior, essa Constituição estabeleceu, nos artigos 205 e 208, nos itens I e II, os seguintes princípios:

“A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (Brasil, 1988, art. 205). “O dever do Estado com

a educação será efetivado mediante a garantia de ensino fundamental e médio obrigatórios e gratuitos e a progressiva universalização do ensino médio” (Brasil, 1988, art. 208).

Segundo Pinto (2018, p. 865), a Constituição de 1988 foi concebida em meio a ideais utópicos, durante uma época de contrates com o regime militar, estabelecendo a vinculação constitucional de recursos para a educação. No entanto, ele observa que essa vinculação foi posteriormente revogada para a União com a aprovação da Emenda Constitucional nº 95/2016, um evento descrito como um duro golpe para o sistema educacional. Apesar dessas adversidades, Pinto reconhece as conquistas alcançadas como resultado do amplo engajamento da sociedade civil, que contribuíram para avanços no acesso à educação, redução das disparidades sociais e aprimoramento da qualidade do ensino.

Em 1996, foi aprovada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) nº 9.394, que estabelece a vinculação da educação escolar ao mundo do trabalho e à prática social (Krasilchik, 2000, p. 87). Segundo Vianna e Unbehaum (2004, p. 84), a elaboração da atual LDB teve início após a Constituição de 1988 e passou por oito anos de tramitação no Congresso. Durante esse processo, manteve-se a perspectiva de preparação para o mundo do trabalho, acrescentada na LDBEN de 1971, o que sugere a importância atribuída à profissionalização e formação técnica dos alunos. Além disso, a LDB/96 estabelece que os currículos do ensino fundamental e médio devem conter uma base nacional comum, culminando na fundamentação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

No término de 1995, uma edição preliminar dos PCN foi submetida a consulta e análise por professores, especialistas em educação e diferentes organizações (Vianna; Unbehaum, 2004, p. 88). Após essa consulta, foram elaborados pareceres para propor modificações nos parâmetros, que foram posteriormente aprovados em 1997, constituindo uma referência nacional para o ensino fundamental. Conforme destacado por Vianna e Unbehaum (2004, p. 88 e 89), essas orientações, em consonância com a LDB, conferiram maior flexibilidade no tratamento dos componentes curriculares, sendo consideradas apenas uma referência e não uma diretriz obrigatória.

Além disso, conforme descrito por Vianna e Unbehaum (2004, p. 89):

“Os PCN têm como função subsidiar a elaboração ou a revisão curricular dos estados e municípios, que pretende contextualizá-la em cada realidade social. Nesse sentido, a proposta curricular das instituições escolares envolvidas deve contar com a participação de toda a equipe pedagógica, a fim de garantir o diálogo entre tais orientações e as práticas já existentes nas instituições.”

Os PCN para o ensino médio, embora compartilhem muitas características com os do ensino fundamental, foram publicados posteriormente, somente em 1999, após a instituição das Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM) pelo país, por meio da resolução CEB n.3/98 (Martins, 2000, p. 75). Essas diretrizes estabelecem que o currículo do ensino médio deve contemplar competências básicas, conteúdos e metodologias de ensino, pautando-se em alguns princípios pedagógicos. Ademais, organizam o currículo em áreas do conhecimento específicas, tais como Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências Humanas e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, e incluem como componentes curriculares obrigatórios as disciplinas de Educação Física, Arte, Filosofia e Sociologia (Martins, 2000, p. 76).

No contexto do ensino de Química, os PCN destacam a importância de capacitar os alunos para compreender a natureza como um sistema dinâmico e reconhecer o papel do ser humano como agente de transformação do ambiente em que vive. As competências e habilidades delineadas para o ensino de Química incluem a capacidade de decodificar e utilizar a linguagem simbólica da disciplina, realizar investigações para compreender conceitos e fenômenos químicos, assim como dados quantitativos, estabelecendo conexões lógicas e hipotéticas. Além disso, ressalta-se a necessidade de contextualizar o ensino, explorando aspectos socioculturais para compreender a interação com o meio ambiente, o papel da química na indústria, agricultura e produção, as relações entre avanços científicos e tecnológicos, e as questões éticas e morais envolvidas.

Neste documento, observamos o surgimento de novas perspectivas e tendências para o ensino médio, o que naturalmente afeta o ensino de química, com uma redução do enfoque experimental que anteriormente era amplamente destacado, discutido e integrado nas diretrizes anteriores. Além disso, é perceptível que a legislação relacionada ao ensino médio passa a enfatizar novamente a preparação para os exames de ingresso ao ensino superior, bem como a tentativa de integrar o ensino técnico ao ensino médio. Essas mudanças estão refletidas nos Diretrizes

Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) de 2011 e 2018, sendo este último o documento em vigor atualmente. É importante ressaltar que cada documento é produzido dentro de um contexto político, social e educacional específico, refletindo as visões e concepções enraizadas no ensino ao longo dos séculos anteriores.

Atualmente, estamos testemunhando a implementação do novo ensino médio, que, de acordo com Marra e Almeida (2023, p. 413), "traz a oportunidade de incluir estudos e práticas relacionados a questões ambientais". Essa iniciativa foi estabelecida pela Lei 13.415 de 2017, que determinou sua implementação em todas as instituições brasileiras a partir de 2022 (Marra; Almeida, 2023, p. 416). Esse momento reflete uma tendência recorrente na história educacional do país: várias reformas são promovidas, levando escolas, professores e alunos a se adaptarem às novas normas e leis. No entanto, assim que essa adaptação começa a ocorrer, surgem novas regulamentações para reestruturar o ensino, exigindo um constante trabalho de ajuste e adaptação às novas tendências.

Apesar das intenções reformistas, críticas contundentes vêm sendo direcionadas à proposta do Novo Ensino Médio por privilegiar um currículo baseado em competências e habilidades, em detrimento do aprofundamento dos conteúdos disciplinares. Segundo Ornellas e Silva (2019), esse modelo segue a lógica das chamadas "pedagogias do aprender a aprender", em que o conhecimento é fragmentado e tratado como instrumento de gestão do ensino, esvaziando sua função formativa. Para as autoras, a BNCC, que embasa o Novo Ensino Médio, apresenta um currículo marcado pela racionalidade técnica e pela ênfase em resultados e avaliações, o que reforça uma perspectiva produtivista voltada para a adaptação dos indivíduos às demandas do mercado (Ornellas; Silva, 2019, p. 323). Além disso, a influência de entidades privadas na formulação da BNCC evidencia o risco de se construir um currículo guiado por interesses de grupos poderosos, comprometendo o acesso dos estudantes ao chamado "conhecimento poderoso", aquele que permite ao indivíduo interpretar o mundo de forma crítica e transformadora (Young, 2014 *apud* Ornellas; Silva, 2019, p. 312).

Essa crítica é reforçada por Cássio e Goulart (2023), que apontam que a implementação do Novo Ensino Médio nos estados ocorreu de forma acelerada, com pouca participação da comunidade escolar e de forma desigual entre as redes. Os autores destacam ainda que, embora a proposta prometa ampliar a formação dos estudantes, na prática, houve redução da carga horária de disciplinas fundamentais,

aumento da precarização das condições de trabalho docente e consolidação de um currículo fragmentado e esvaziado de sentido formativo (Cássio; Goulart, 2023, p. 9-11). Assim, o Novo Ensino Médio reforça uma lógica de padronização e desempenho que desconsidera as reais necessidades dos estudantes e enfraquece o papel social da escola como espaço de formação crítica.

Diante disso, é possível perceber que o Novo Ensino Médio, tal como vem sendo implementado, reforça tendências que contribuem para o esvaziamento do sentido formativo das disciplinas, entre elas a Química. Ao substituir conteúdos estruturantes por habilidades genéricas e ao privilegiar a performance em avaliações padronizadas, a proposta intensifica uma lógica de ensino fragmentado e instrumentalizado. Nesse cenário, torna-se compreensível a recorrente percepção, por parte de estudantes e professores, de que o ensino da Química assume um caráter desinteressante e descontextualizado. A ausência de uma abordagem aprofundada e significativa do conhecimento contribui para o afastamento dos alunos em relação ao conteúdo escolar, especialmente em áreas que exigem reflexão conceitual e experimentação, como as Ciências da Natureza. Assim, mais do que uma atualização curricular, a reforma revela-se como um movimento que desarticula o papel crítico e formativo da escola, negligenciando sua função social de garantir o acesso ao conhecimento capaz de ampliar as possibilidades de compreensão e transformação do mundo.

2.4 OBSERVAÇÕES FINAIS

O ensino de ciências, especialmente o ensino de química, é fundamentado na compreensão dos fenômenos, sendo essa visão essencial para a concepção científica. Com frequência, as primeiras aulas começam com a definição do que constitui um fenômeno - o objeto de estudo do cientista -, seguido pela diferenciação entre fenômeno químico e fenômeno físico. Dessa forma, ao analisar a concepção de fenômeno transmitida aos alunos do ensino médio ao longo dos anos, é possível compreender um dos principais aspectos epistemológicos que guiam o ensino de ciências, o conhecimento científico (Lopes, 1994, p. 338).

Chervel (1990) reforça esses pontos ao oferecer uma perspectiva analítica para a consolidação do ensino da Química no Brasil, delineando um desenvolvimento

fundamentado em três pilares: a prática pedagógica dessa disciplina, derivada de métodos de ensino e das características do corpo docente; sua estreita relação com a disciplina acadêmica de referência; e o respaldo de um amplo corpus documental, que confere relevância ao estudo da história das disciplinas escolares e fornece suporte teórico e metodológico aos historiadores dessas áreas (Custódio, p. 67).

As finalidades e objetivos do ensino da Química são moldadas com base em documentos oficiais, refletindo as diferentes necessidades e prioridades da sociedade ao longo do tempo. Chervel (1990, p. 190) destaca objetivos específicos para cada nível de ensino, seja primário, secundário ou superior; metas psicológicas relacionadas ao desenvolvimento intelectual e reflexivo dos alunos; e uma gama variada de finalidades culturais, desde a alfabetização e o ensino de ciências até a formação integral do indivíduo (Custódio, p. 76, 77).

Apesar dos esforços empreendidos, o avanço do ensino da Química foi notavelmente lento ao longo do século XIX, embora deva ser contextualizado como um progresso significativo para a época, representando um avanço relativo a experimentação. Apesar das várias tentativas governamentais e das iniciativas, como as observadas no estado de São Paulo, os requisitos necessários para a efetiva implementação desse ensino frequentemente não foram atendidos. Conforme observado por Sicca (1990, p. 113), é importante ressaltar que tais implementações estavam intrinsecamente ligadas a mudanças na estrutura das escolas e nas condições de trabalho dos professores. No entanto, é plausível argumentar que essas alterações e melhorias nas condições de trabalho não ocorreram efetivamente, em parte devido às frequentes reformas que ocorreram ao longo do tempo, dificultando a consolidação e a avaliação das práticas pedagógicas durante os períodos.

Segundo Chassot (2018, p. 57) "A cidadania só pode ser exercida plenamente se o cidadão ou cidadã tiverem acesso ao conhecimento, e aos educadores químicos cabe então fazer essa educação científica". Esse aspecto emerge já na década de 30 e se fortalece até a LDBEN em 1971, período em que começam a surgir mudanças significativas no cenário educacional brasileiro. Chassot (2018, p. 59 e 60) apresenta, por meio de suas análises, três questões essenciais em relação ao ensino de Química: "Por que ensinar? Como ensinar? O que ensinar?". Ao observarmos a história do ensino de química no Brasil, percebemos que, para o ensino médio, ensinar química é não apenas preparar os alunos para o ensino superior, mas também despertar o interesse científico por meio do método científico. A questão de como ensinar química

tem sido objeto de debate desde a Universidade de Coimbra até os dias atuais. No entanto, ao compreendermos esse percurso histórico, percebemos a necessidade de uma relação entre o ensino de química e o método científico, a fim de evitar que esse modelo de ensino se torne meramente teórico, desprovido de experimentação. Quanto ao que ensinar, é evidente a necessidade de uma formação para o ensino superior e, posteriormente, uma formação técnica vinculada ao ensino médio, com esses objetivos como os principais direcionadores dos conteúdos a serem ensinados na disciplina.

Ao considerar as questões levantadas por Chassot (2018), torna-se evidente a necessidade de explorar uma nova abordagem para o ensino de química. Observamos que as principais literaturas sobre a história da química e do ensino de química frequentemente não mencionam a ciência de Goethe nem o ensino de química Waldorf. Diante disso, é fundamental investigar mais a fundo essa abordagem pedagógica, que será detalhada e discutida no capítulo seguinte.

3 O ENSINO DE QUÍMICA NA PEDAGOGIA WALDORF

Após explorar a história da química, desde sua constituição como campo científico até sua integração no sistema educacional brasileiro, este capítulo examina os princípios teóricos e práticos do ensino de química na pedagogia Waldorf. Antes de detalharmos os temas deste capítulo, é importante lembrar que, enquanto no Brasil, durante o Império, a educação seguia um modelo fortemente influenciado pelo cientificismo e positivismo Europeu, Rudolf Steiner desenvolvia uma pedagogia que, nas ciências naturais, oferecia uma visão mais holística dos fenômenos, indo além das generalizações indutivas. Esse contraste entre os modelos educativos é essencial para entender a abordagem diferenciada que discutiremos a seguir.

Dada a escassez de estudos sobre o ensino de química Waldorf no Brasil, recorreremos a fontes primárias em alemão, como os livros de autores como Frist H. Julius, Ulrich Wunderlin, Stephan Sigler, Wilfried Sommer e M. Michael Zech. Para contextualizar o leitor, começaremos com uma introdução aos fundamentos da pedagogia Waldorf, apresentando os princípios que sustentam este modelo de educação. Em seguida, exploraremos como o ensino de ciências Waldorf tem sido tratado nas pesquisas brasileiras. Por fim, examinaremos como o ensino de química Waldorf pode ser desenvolvido.

3.1 UMA CONCEPÇÃO DE ENSINO DE CIÊNCIAS

“Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832), além de um artista, foi também um cientista e pensador com uma importante abordagem que pode ser classificada como filosófica” (Bach Júnior, 2017, p. 15). Nascido em 1749, Goethe é amplamente reconhecido por suas obras literárias, incluindo poesias, romances e peças de teatro. No entanto, sua influência transcendeu o campo das artes e se estendeu às ciências naturais. Ele fez importantes contribuições em diversas áreas, como mineralogia e geologia, zoologia, osteologia, botânica, morfologia, óptica e meteorologia (Sena, 2013, p. 72).

Goethe produziu obras científicas significativas, como "A Metamorfose das Plantas" e "A Teoria das Cores". Esta última, embora inovadora, acabou sendo eclipsada pela abordagem newtoniana que ainda predomina na ciência contemporânea (Sena, 2013, p. 74). Apesar de "Fausto", seu poema épico dramático,

ser sua obra mais célebre, Goethe considerava "A Teoria das Cores" como sua contribuição mais importante. No entanto, durante sua vida, ele foi amplamente reconhecido como artista, e não como cientista.

Rudolf Steiner encontrou nas obras científicas de Goethe uma profunda inspiração. Desde jovem, Steiner estudou intensamente essas obras. A partir dos 21 anos, em 1882, esteve envolvido em vários projetos importantes sobre as obras científicas de Goethe para a série "Literatura Nacional Alemã", editada por Joseph Kürschner, o que lhe permitiu mergulhar na metodologia goethiana. Segundo Bach Júnior (2017), Steiner observou que Goethe, ao estudar a natureza, propôs uma perspectiva de como fazer ciência que não se limitava ao mensurável e ao físico, mas integrava o espiritual e o sensorial. Ele concebia os fenômenos naturais como manifestações do espírito na matéria, propondo uma ciência que considerava tanto o mundo palpável quanto o supracensível.

O modelo de ciência que conhecemos foi moldada por correntes filosóficas como o empirismo de Francis Bacon (1561-1626) e o cartesianismo de René Descartes (1596-1650). Bacon enfatizava a observação empírica e a experimentação como bases do conhecimento científico, enquanto Descartes defendia uma abordagem racional e mecanicista da ciência, destacando a dúvida metódica e a certeza racional como caminhos para o conhecimento. Goethe desafiou esses paradigmas ao propor uma abordagem que considerava o tempo e a transformação como aspectos centrais dos fenômenos naturais. Enquanto o empirismo e o cartesianismo focavam na mensuração e na análise mecânica da realidade, Goethe introduziu a ideia de metamorfose, sugerindo que a natureza possui uma dimensão dinâmica e evolutiva que não pode ser compreendida apenas por métodos empíricos ou racionais.

De acordo com Bach Júnior (2017, p. 64), o conceito de metamorfose na obra "A Metamorfose das Plantas" de Goethe não é abordado de forma isolada em um único capítulo ou parágrafo. Em vez disso, este conceito é desenvolvido ao longo de toda a obra, de forma integrada, refletindo-se no progresso dos principais estágios de desenvolvimento da planta, desde a semente até o fruto. Goethe utilizou uma metodologia fenomenológica, onde a observação sensorial detalhada e a representação adequada dos fenômenos são fundamentais para a compreensão das evidências das metamorfoses.

Goethe descreve a metamorfose como um princípio unitário presente na diversidade das espécies vegetais, resultado da interação entre dois princípios polares: expansão e contração. A observação sensorial de cada etapa do desenvolvimento da planta permite perceber a transição contínua ou descontínua entre essas fases, revelando a dinâmica do processo metamórfico. Além disso, Goethe enfatiza a importância de entender a gênese das formas, considerando o processo de desenvolvimento de maneira regressiva para compreender as etapas anteriores que levaram à forma atual.

Por exemplo, ao observar o desenvolvimento de uma planta de girassol, podemos ver a aplicação prática do conceito de metamorfose de Goethe. A planta começa como uma semente, que germina e se transforma em uma muda. À medida que cresce, a muda desenvolve folhas, que passam por uma série de expansões e contrações¹⁸, conforme a planta absorve nutrientes e se adapta ao ambiente. Eventualmente, a planta floresce, exibindo uma grande flor amarela característica dos girassóis. Cada estágio desse desenvolvimento, desde a semente até a flor, representa uma fase da metamorfose, onde a forma da planta se transforma continuamente. Observando cuidadosamente essas mudanças, compreendemos as etapas que levaram à forma atual da planta. Apesar da diversidade de formas e manifestações observadas ao longo do desenvolvimento, todas seguem princípios básicos e interconectados que refletem uma essência comum, evidenciando a unidade subjacente à diversidade de formas.

A obra "A Metamorfose das Plantas" exemplifica como a natureza manifesta os princípios de polaridade e dinâmica através das plantas. A estrutura da obra, organizada conforme os estágios de desenvolvimento da planta, reflete a ideia de que o todo está presente nas partes e que a unidade permeia a multiplicidade de formas. A abordagem fenomenológica de Goethe integra a observação sensorial com a intuição conceitual, proporcionando uma compreensão holística dos fenômenos vegetais (Bach Júnior, 2017).

Além disso, a ciência de Goethe, ao contrário da ciência materialista, enfatiza a participação ativa do observador na criação de um vínculo com o fenômeno estudado (Bach Júnior, 2017). Para Goethe, a ciência não é apenas uma abstração

¹⁸ Para um entendimento mais profundo dos conceitos de expansão e contração segundo Goethe e Steiner, recomenda-se a leitura do livro "Fenomenologia de Goethe e Educação: A Filosofia da Educação de Steiner".

teórica, mas um processo concreto de interação com a realidade. Essa abordagem exige que o observador se envolva diretamente com o fenômeno, reconhecendo e experienciando suas qualidades e transformações. Dessa forma, a ciência de Goethe é mais integrada e pessoal, refletindo a natureza dinâmica e interconectada dos fenômenos naturais.

O trabalho de Goethe foi continuado por Rudolf Steiner, que também o expandiu de maneira significativa. De acordo com McDermott (1996, p. 97), Steiner incorporou os métodos fenomenológicos de Goethe, que foram inicialmente aplicados às ciências naturais, às ciências humanas. Ele integrou esses princípios científicos em sua própria filosofia, que se desdobrou em diversas áreas práticas, como educação, medicina e agricultura. Aos 52 anos de idade, em 1919, Steiner fundou a primeira escola Waldorf. A pedagogia dessa escola é baseada em sua filosofia, que, por sua vez, está fundamentada nos princípios de integração e desenvolvimento propostos por Goethe.

De acordo com Zech (2018), os princípios de Goethe, desenvolvidos por Steiner na pedagogia Waldorf, incluem a observação cuidadosa e repetida, a conexão entre o particular e o geral, e a transformação do observador. Esses princípios fundamentam o ensino de ciências na pedagogia Waldorf e, através deles, é possível apresentar e discutir diversos aspectos importantes desse método educacional.

O princípio de observação cuidadosa e repetida é essencial para compreender as essências subjacentes aos fenômenos naturais. Zech (2018) menciona que Goethe enfatiza a importância da observação detalhada, afirmando que esta não é apenas visual, mas envolve uma imersão completa no fenômeno estudado. De forma similar, Steiner também destacou a observação atenta como base fundamental para o aprendizado. Na Escola Waldorf, os alunos são encorajados a observar não apenas com os olhos, mas com todos os sentidos, integrando experiências sensoriais e emocionais no processo de aprendizagem. Por exemplo, ao estudar o fenômeno da oxidação, os alunos são orientados a observar cuidadosamente uma maçã partida, uma banana descascada e um abacaxi cortado. O professor guia os alunos para perceberem aspectos como cheiro, cor, sabor e textura, proporcionando meios para que possam pensar e refletir sobre a metamorfose que ocorre nas frutas através desse fenômeno. Esse enfoque holístico promove uma compreensão mais profunda e significativa do mundo ao seu redor.

Sobre o princípio da conexão entre o particular e o geral, Goethe acreditava que cada aspecto da natureza não era apenas uma ocorrência isolada, mas uma manifestação que revelava algo fundamental sobre as leis e padrões que governam o universo como um todo. Rudolf Steiner, ao desenvolver o currículo da Escola Waldorf, incorporou essa visão de Goethe de maneira prática e educacional. Em vez de simplesmente apresentar conceitos gerais de forma abstrata, Steiner defendia que os alunos deveriam entender esses conceitos através da exploração detalhada e individualizada dos fenômenos particulares ao seu redor. Na Escola Waldorf, os alunos não apenas aprendem inicialmente sobre conceitos gerais de forma teórica, mas são incentivados a explorar os detalhes específicos e concretos dos fenômenos e a partir deste compreenderem os conceitos. Por exemplo, em vez de apenas ensinar sobre plantas de forma abstrata, os alunos podem plantar e cultivar suas próprias plantas, observando de perto como as características específicas de cada espécie manifestam princípios botânicos mais amplos.

No princípio da transformação do observador, tanto Goethe quanto Steiner acreditavam que observar vai além de simplesmente receber informações; é um processo que promove uma verdadeira transformação do observador. Goethe via a observação detalhada dos fenômenos naturais como uma forma de entender melhor o mundo e desenvolver uma conexão mais profunda com a natureza. Segundo Zech (2018), a Escola Waldorf não se limita a transmitir conhecimento acadêmico, mas proporciona experiências que promovem transformação integral da pessoa. Isso é feito através de atividades artísticas, práticas manuais, contato com a natureza e uma forte ênfase no desenvolvimento emocional e social. A partir dessas atividades, surge o desenvolvimento do pensamento criativo, que é visto como uma habilidade essencial, permitindo que os alunos explorem novas maneiras de pensar e resolver problemas

De acordo com Zech (2018), além do pensamento criativo, Steiner acredita que esses princípios também proporcionam o desenvolvimento ativo do pensamento crítico. Na Escola Waldorf, os alunos desenvolvem essas habilidades ao examinar diferentes perspectivas, desenvolver suas ideias e explorar as implicações éticas e práticas do que aprendem. Um dos objetivos da metodologia Waldorf é cultivar a capacidade dos alunos de formular ideias independentes e assumir responsabilidade por seu próprio aprendizado, promovendo autodisciplina, iniciativa pessoal e autorreflexão. Isso é particularmente evidente no ensino médio, onde os alunos

assumem a responsabilidade de criar seu próprio material de estudo. Eles realizam observações cuidadosas e repetidas, documentando suas percepções individuais em seus cadernos. Com base nessas descrições detalhadas, os alunos podem desenvolver suas ideias com os colegas, o que facilita uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos abordados.

Steiner (1979) argumenta que o desenvolvimento do processo cognitivo ocorre na relação entre o "Eu" e o "mundo" através do pensamento, resultando na formação de um espírito individual. Esse processo individualizado remete ao conceito de que cada aluno possui uma maneira única de aprender. Refletindo sobre as tentativas que ocorrem de padronizar o ensino de química, onde todos ensinam e aprendem da mesma forma, percebemos que, conforme apresentado por Steiner, isso não é pedagogicamente adequado. Para que o ensino ocorra efetivamente, é fundamental respeitar a individualidade de cada estudante.

De acordo com Zech (2018), o desenvolvimento da cognição ocorre por meio da capacidade de pensar e refletir, a qual não só permite ao indivíduo compreender o mundo, mas também impulsiona seu próprio crescimento e desenvolvimento. Na pedagogia Waldorf, o desenvolvimento dessa capacidade de pensar e refletir é altamente valorizado, especialmente no ensino médio. Portanto, é fundamental que o este ensino ofereça experiências pedagógicas que estimulem e fortaleçam essas habilidades, promovendo um ambiente que encoraje a reflexão profunda e o pensamento crítico.

Esse modo de conceber o ensino médio representa um choque de paradigmas, especialmente em comparação com o modelo tradicional, onde muitos de nós fomos sobrecarregados com informações e passamos a associar conhecimento à quantidade de informações. Para Steiner, no entanto, o verdadeiro conhecimento vai além da simples acumulação de informações. Ele é visto como a oportunidade para que a pessoa se torne uma observadora ativa, desenvolvendo seu próprio pensamento e produzindo conhecimento. Esse enfoque representa uma forma mais dinâmica e enriquecedora de se relacionar com o conhecimento.

Podemos então afirmar que a Escola Waldorf vai além da transmissão de conhecimento. Ela promove um ambiente educacional que abrange todos os aspectos do desenvolvimento humano: intelectual, emocional, físico e espiritual. Esses princípios são essenciais para cultivar habilidades críticas e criativas, pois os alunos são encorajados a explorar o que é ensinado, questionar, investigar e formular suas

próprias conclusões (Zech, 2018). Em outras palavras, é uma educação na qual o processo de desenvolvimento pessoal ocorre através da própria iniciativa e esforço dos indivíduos, no qual a transformação pessoal vai depender da relação dinâmica entre o indivíduo e o mundo ao seu redor.

Considerando todos esses aspectos da pedagogia Waldorf, surge a pergunta: como os conceitos de química são desenvolvidos nas escolas que seguem a pedagogia Waldorf? Normalmente, esperamos uma definição técnica que descreva o ensino de química, física ou biologia. No entanto, em vez de buscar essa definição, devemos tentar entender como os princípios mencionados anteriormente podem ser desenvolvidos nesse ensino. Segundo Zech (2018), é preciso lembrar que a proposta educacional de Rudolf Steiner, mesmo no contexto das ciências, se concentra no desenvolvimento integral do ser humano. Em vez de se limitar à formação técnica, o ensino Waldorf busca promover o crescimento pessoal e o desenvolvimento do pensamento científico, integrando ambos de maneira que a formação humana seja igualmente valorizada.

Nesse contexto, o ensino de ciências na pedagogia Waldorf está alinhado com os princípios pedagógicos discutidos anteriormente, como a observação cuidadosa e repetida, a conexão entre o particular e o geral, a transformação do observador, e a promoção ativa do pensamento crítico, criativo, e o desenvolvimento integrado do ser. O modo como isso pode ser desenvolvido, mais especificamente no ensino de química será apresentado na penúltima seção. No entanto, na próxima seção abordaremos como esse ensino foi tratado nas pesquisas brasileiras.

3.2 PESQUISAS NO BRASIL SOBRE ENSINO DE CIÊNCIAS WALDORF

Na seção anterior, compreendemos a concepção de ensino de ciências na pedagogia Waldorf. Agora, precisamos verificar como essa concepção se reflete na bibliografia desenvolvida no Brasil. Para levantar esses dados, foi realizada uma busca nas bases de dados Scielo, Redalyc, OasisBR e BDTD, utilizando os descritores: "ensino de química", "ensino de ciências" e "Pedagogia Waldorf". A busca resultou em 1 tese, 13 dissertações, 2 artigos, e 2 trabalhos de conclusão de curso. Das 13 dissertações, 8 abordavam outras temáticas, como história e matemática relacionadas à pedagogia Waldorf, o desenvolvimento do adolescente com a

natureza, além de um trabalho sobre o transtorno do espectro autista (TEA) na formação de professores Waldorf, sendo, portanto, excluídas da análise. Além disso, os dois artigos foram excluídos por apresentarem as mesmas informações da tese.

O primeiro documento apresentado é a Tese intitulada “A Química numa visão de ciência integrada a sua contribuição para a formação cidadã: um estudo a partir de escolas como pedagogias diferenciadas” da autora Fernanda Luiza de Faria publicada em 2017. A pesquisa de Faria teve como objetivo investigar como o ensino de química é abordado no ensino fundamental em três tipos de escolas com pedagogias diferenciadas: uma escola Waldorf, uma escola Montessori e a Escola da Ponte. Faria buscou entender como os alunos dessas instituições compreendem a química em suas relações interdisciplinares e suas possíveis aplicações na sociedade. Ao analisar essas escolas, Faria concluiu que as estratégias de ensino adotadas contribuem significativamente para a formação cidadã, promovendo autonomia e pensamento crítico entre os alunos.

A autora ao discorrer sobre o ensino de Química na Escola Waldorf destacou que esta instituição apresenta uma metodologia diferenciada. Segundo Faria (2017, p. 5), o currículo é estruturado em eixos temáticos que valorizam a contextualização e a interdisciplinaridade, focando na experimentação e na observação com ênfase nos sentidos. Ademais, os alunos da Escola Waldorf demonstraram estabelecer melhores relações entre o conteúdo químico e questões da sociedade e outras disciplinas, em comparação com os alunos da Escola da Ponte e da Escola Montessori.

Dentre as observações que Faria realizou em uma Escola Waldorf ela destacou que os alunos não utilizam livros didáticos, eles criam suas próprias fontes de estudo através de relatos e observações detalhadas, incluindo ilustrações. O ensino é dividido em épocas, períodos focados em temas específicos de acordo com os eixos temáticos estruturados no currículo. A forma como são trabalhados os experimentos são descritos por Faria (2017, p. 196):

Na escola Waldorf são trabalhados experimentos simples, sendo muitos deles, possíveis de serem realizadas pelo professor dentro de uma sala de aula padrão. Muitos dos reagentes e utensílios utilizados encontram-se disponíveis em nosso dia a dia, sendo de fácil aquisição, apontando alternativas concretas para o professor das áreas de Ciências. Os experimentos acontecem em sala de aula, visto que a instituição não apresenta laboratório, mostrando, portanto, que os experimentos realizados nessa escola podem ser adotados em qualquer outra instituição, mesmo que em ambientes com condições mais precárias. Ademais, a abordagem dos experimentos ocorre com grande participação dos alunos, com observação

em detalhes dessas atividades, valorizando a percepção em torno de diferentes sentidos, como o paladar, olfato, audição. Uma opção com grande potencial para uma sala de aula inclusiva.

Em síntese, esta pesquisa evidencia a importância de metodologias pedagógicas diferenciadas, como a Waldorf, na formação cidadã e no desenvolvimento de habilidades críticas e interdisciplinares em alunos do ensino fundamental. No entanto, sua análise foca mais na prática educacional das escolas Waldorf, Montessori e Escola da Ponte, do que nos aspectos teóricos relacionados ao desenvolvimento da química.

Entre as dissertações analisadas, destacamos o trabalho de Rogério Melo de Sena, intitulado “Construindo sentidos sobre o ensino de ciências no contexto da pedagogia Waldorf”, publicado em 2013. Nesta pesquisa, Sena examina a aplicação da pedagogia Waldorf no ensino de ciências naturais no cenário brasileiro. Ele procurou compreender como a abordagem educacional, fundamentada na filosofia de Rudolf Steiner e influenciada pela fenomenologia de Johann Wolfgang von Goethe, é adaptada e implementada no contexto local. O objetivo principal dele foi avaliar a eficácia e os desafios dessa pedagogia na integração ao ambiente educacional brasileiro, oferecendo insights sobre a adaptação de suas práticas e princípios ao contexto cultural e educacional do país.

Segundo Sena (2013), a pedagogia Waldorf se destaca por diversas características fundamentais: a integração da dimensão espiritual na formação do ser humano, a estruturação do ensino em períodos de “imersão” (épocas), a incorporação das artes em todas as disciplinas e a educação científica fundamentada na fenomenologia. Para o autor, essa abordagem é sustentada pela filosofia de Rudolf Steiner, que combina uma perspectiva idealista e científica, inspirada por Goethe, com uma visão monista do mundo. Essa visão filosófica vê o pensamento como a chave para a compreensão da realidade, oferecendo uma alternativa às abordagens da ciência moderna.

O currículo de ciências naturais na pedagogia Waldorf é ajustado de acordo com as diferentes fases de desenvolvimento dos alunos, buscando equilibrar pensamento, emoções e vontade, com base nas fases de crescimento dos jovens, na fenomenologia de Goethe e no papel do professor. A pesquisa de Sena revelou que a adaptação da pedagogia Waldorf ao contexto brasileiro enfrenta desafios significativos. Em muitos casos, a adaptação tende a ser repetitiva, mantendo os

princípios teóricos e traços culturais alemães, o que pode gerar resistência, especialmente entre professores mais jovens e menos experientes. Além disso, a análise destacou os desafios de aplicar a pedagogia Waldorf de maneira universal e prescritiva, sem levar em conta as especificidades culturais e necessidades locais.

Sena (2013) sugere que, para superar esses desafios, é crucial implementar ações educativas adaptadas ao contexto local. Em vez de aderir rigidamente aos materiais e métodos convencionais na pedagogia Waldorf, é necessário ajustar as práticas pedagógicas para refletir as realidades e particularidades culturais do ambiente educacional brasileiro. Em resumo, a análise de Rogério Melo de Sena sublinha a importância de contextualizar a pedagogia Waldorf, respeitando as especificidades culturais e históricas. Embora a pedagogia Waldorf ofereça uma abordagem rica e diferenciada para a educação científica, sua efetiva aplicação no Brasil exige uma reflexão crítica e uma adaptação cuidadosa para atender às necessidades dos alunos e às características do sistema educacional local.

A dissertação intitulada de “O Ensino de Ciências Naturais na Pedagogia Waldorf: Intenções e Ações” de Carolina Gulyas Figueiredo, publicada em 2015, explora detalhadamente a abordagem do ensino de Ciências Naturais nas escolas Waldorf, elucidando como esse modelo pedagógico, idealizado por Rudolf Steiner, busca transcender métodos convencionais e promover um desenvolvimento integral do aluno. Seu objetivo foi discutir e analisar os objetivos de Rudolf Steiner ao desenvolver a pedagogia Waldorf, especificamente no contexto do ensino de ciências naturais.

Além das informações já apresentada nos trabalhos anteriormente descritos, Figueiredo (2015), destaca algumas características como o papel do professor como facilitador do desenvolvimento das capacidades dos alunos. Para a autora, é necessário que o professor passe por um processo contínuo de autoeducação, que irá capacitá-lo a integrar os fundamentos da filosofia de Steiner aos conteúdos científicos. Além disso Figueiredo também destaca a integração das artes e a importância do ritmo como ferramentas essenciais nesse processo, proporcionando uma estabilidade no desenvolvimento intelectual e emocional dos alunos.

A autora também discorre sobre a importância da relação professor-aluno e a participação da comunidade onde a escola Waldorf é organizada como um organismo, com uma colaboração ativa entre professores e pais. Figueiredo (2015), também apresenta o processo avaliativo demonstrando que esse processo é feito através das

produções individuais dos alunos, incluindo trabalhos teóricos e artísticos, o que permite uma visão mais abrangente e personalizada do progresso de cada aluno. A dissertação de Carolina Gulyas Figueiredo oferece uma visão detalhada da Pedagogia Waldorf apresentando algumas características deste ensino que não haviam sido apresentados de forma detalhada nas outras pesquisas.

A dissertação de Clarissa Moesch Welter intitulada “Roteiro de aula de ciências à luz da pedagogia Waldorf”, publicada em 2015, tem como foco a elaboração e aplicação de um roteiro para aulas de ciências baseado na Pedagogia Waldorf. A pesquisa visa abordar a lacuna existente entre a teoria e a prática no ensino de ciências, especialmente em escolas públicas de Cuiabá, e examina como a abordagem Waldorf pode transformar a dinâmica das aulas de ciências.

O objetivo de sua pesquisa consistiu em três objetivos principais, elaborar um produto educacional, construir diretrizes para aplicação e investigar como o roteiro pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem. Segundo Welter (2015), sua pesquisa revelou que, apesar da ampla literatura que destaca a importância das aulas experimentais no ensino de ciências, estas ainda são raramente implementadas na prática escolar. As aulas teóricas continuam a ser o recurso predominante, e há um consenso entre os professores sobre a necessidade de práticas experimentais mais frequentes.

A pesquisa de Welter demonstrou que o desenvolvimento de um roteiro baseado na Pedagogia Waldorf pode ser um caminho eficaz para superar essa limitação. O roteiro foi estruturado para promover a curiosidade dos alunos através da observação e permitir que discutam e construam conceitos sobre pressão com base nas suas observações. Essa abordagem aumentou a motivação dos alunos e a participação nas atividades de ciências, mostrando-se um método produtivo para o ensino e a aprendizagem.

A dissertação de Laura Orsi Machado intitulada “O ensino de ciências em escolas Alternativas: uma análise crítica”, publicado em 2019, explora o Ensino de Ciências em escolas alternativas, focando na Escola Democrática, Escola Waldorf e Escola Freinet. O estudo busca identificar e descrever as características do Ensino de Ciências nessas escolas e analisar como suas práticas se alinham ou divergem da abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTS/CTSA).

O estudo revela que, apesar das intenções inovadoras das escolas alternativas, o Ensino de Ciências nessas instituições ainda exhibe características convencionais.

Entre as análises das escolas foi apresentado que a escola Waldorf integra a história e Filosofia da Ciência de maneira estruturante no currículo, enfatiza atividades de campo e explora a abordagem CTS/CTSA. A organização curricular é centrada no desenvolvimento humano e social dos alunos.

De acordo com Machado (2019), embora as escolas alternativas apresentem modelos pedagógicos distintos e estratégias inovadoras, elas ainda enfrentam desafios significativos que limitam a transformação plena do Ensino de Ciências. A pesquisadora sugere que, para alcançar um Ensino de Ciências diferenciado, é necessário que escolas, professores e comunidades trabalhem em conjunto, alinhando suas concepções de Ciência, ambiente, educação e sociedade.

A leitura dos trabalhos permitiu uma compreensão detalhada sobre a abordagem do ensino de Ciências na pedagogia Waldorf nas pesquisas brasileiras. Este conhecimento é crucial, pois revela que o ensino de Química dentro desse contexto tem sido pouco explorado e desenvolvido. Desse modo, esta pesquisa se propõe a oferecer uma reflexão mais aprofundada e robusta sobre o ensino de Química na pedagogia Waldorf, que será abordada com mais detalhes na próxima seção.

3.3 A QUÍMICA NO CONTEXTO WALDORF: FUNDAMENTOS FILOSÓFICOS, PRÁTICAS DOCENTES E DESENVOLVIMENTO DO ESTUDANTE

Para compreender o ensino de Ciências na Pedagogia Waldorf, é fundamental explorar como o ensino de Química foi concebido dentro dessa abordagem. Historicamente, essa trajetória começa com Eugen Kolisko¹⁹ (1893-1939), médico e educador que atuou como o primeiro professor de Química da primeira escola Waldorf. Participante ativo das palestras de Rudolf Steiner, Kolisko foi responsável por transformar as orientações do fundador da pedagogia em práticas concretas dentro da sala de aula, deixando contribuições essenciais sobre a aplicação dessa abordagem no cotidiano escolar. Por isso, a análise de sua obra e de sua experiência prática marca o ponto de partida deste estudo.

¹⁹ O médico e educador Kolisko desenvolveu um trabalho intitulado *“Auf der Suche nach neuen Wahrheiten”*, publicado apenas em 1989, cinquenta anos após sua morte. Esse estudo também pode ser encontrado nos dois primeiros capítulos do livro *“Chemistry Reader: An Orientation to Developing Chemistry Instruction in Waldorf Schools”*, de Dirk Rohde que compilou diversos trabalhos que abordam o conteúdo do ensino de química (Rohde, 2013).

Após Kolisko, o desenvolvimento do ensino de Química na Pedagogia Waldorf seguiu sendo aprofundado por outros educadores, especialmente por professores alemães e norte-americanos, que passaram a refletir sobre os desafios contemporâneos e as atualizações necessárias para manter viva essa proposta pedagógica. Nesse sentido, três obras se destacam como referências centrais para este trabalho: "Manual do Ensino Médio nas Escolas Waldorf"²⁰ (Sigler; Sommer; Zech, 2014), que oferece uma visão abrangente sobre as disciplinas do ensino médio, apresentando no capítulo escrito por Ulrich Wunderlin as diretrizes fundamentais a serem consideradas antes da aplicação prática do ensino de Química; "Fundamentos de uma abordagem química fenomenológica"²¹ (Julius, 1992), que propõe uma abordagem fenomenológica para o ensino da Química, integrando ao conhecimento científico dimensões humanas e filosóficas; e "As maravilhas da Química Waldorf"²² (Mitchell, 2012), obra que reúne orientações teóricas e práticas para o ensino da disciplina entre o 7º e o 9º ano, com sugestões de experimentos, cuidados laboratoriais e estratégias para tornar a aprendizagem mais significativa e alinhada ao desenvolvimento do adolescente.

A partir dessas referências e reconhecendo as diversas contribuições pedagógicas deixadas por Rudolf Steiner, surgiu a minha inquietação: como é o ensino de Química nessa pedagogia? Quais são as diferenças em relação ao ensino de Química convencional? Para iniciar essa reflexão, recorro a Wunderlin (2018), que afirma que o ensino de Química nesse contexto integra a ciência fenomenológica de Goethe a uma didática que busca ultrapassar o simples entendimento técnico dos processos químicos, visando oferecer aos alunos uma experiência que promova uma compreensão mais ampla, sensível e integrada do fenômeno estudado.

No entanto, embora essa fundamentação teórica ajude a esclarecer os princípios gerais dessa abordagem, ainda permanece o desafio de entender como essas ideias se concretizam na prática pedagógica e quais são os elementos essenciais que sustentam esse ensino. Por essa razão, é necessário recorrer às experiências concretas do cotidiano escolar, sendo a prática de Kolisko, pela sua proximidade com Steiner e sua atuação pioneira, um ponto de referência fundamental

²⁰ No original: "*Handbuch: Oberstufenunterricht an Waldorfschulen*".

²¹ No original: "*Grundlage einer phänomenologischen Chemie*".

²² No original: "*The Wonders of Waldorf Chemistry*".

para compreender como o ensino de Química na Pedagogia Waldorf foi inicialmente estruturado e colocado em prática.

3.3.1 – A experiência de Eugen Kolisko para o Ensino de Ciências

Ao iniciar seu relato, Kolisko destaca que descrever de forma satisfatória o ensino de Ciências na Escola Waldorf não é uma tarefa simples. Embora essa área seja uma das características essenciais da pedagogia, ela se distancia significativamente das concepções predominantes da época sobre o ensino de Ciências. Além disso, ele ressalta que a necessidade de integrar os avanços científicos à educação é inegável, mas isso levanta um desafio crucial: como conciliar essa incorporação com uma visão mais ampla do ser humano? Ele expressa essa preocupação ao afirmar que:

O novo ideal educacional²³ não enxergava esse ser humano “completo” e harmonioso, mas tinha como objetivo apenas transmitir conhecimentos específicos da nova era científica que estava surgindo. Agora temos uma ciência que ignora o ser humano, especialmente como um ser de alma e espírito, e tenta ver o corpo humano como um produto da evolução natural. Essa luta monumental ainda não terminou; ela continua ininterruptamente. Em todos os níveis de educação, desde as universidades até as escolas primárias, o ensino de ciências é um testemunho desse processo evolutivo. Devemos, de fato, incorporar esse novo elemento à educação, mas como podemos fazê-lo de modo a permitir o surgimento do ideal da “imagem do ser humano”, um ideal que se justifique para enfrentar as exigências dessa visão científica do mundo?²⁴ (Kolisko, 2013, p.16)

Ao perceber que o novo ideal educacional não levava em consideração o ser humano em sua totalidade, mas se limitava à transmissão de conhecimento específico

²³ A expressão “novo ideal educacional”, conforme apresentada por Eugen Kolisko em *Auf der Suche nach neuen Wahrheiten* (1989) traduzido e publicado em língua inglesa no livro organizado por Dirk Rohde, refere-se criticamente à mudança promovida pela ciência moderna na educação a partir do século XIX. Esse ideal passou a privilegiar a transmissão de conhecimentos técnicos e especializados, fundamentados na observação e experimentação, em detrimento da formação integral do ser humano, considerando corpo, alma e espírito, tal como proposta pelos modelos humanistas oriundos da tradição greco-romana e do idealismo alemão. Para Kolisko, esse novo ideal rompe com a imagem do ser humano como totalidade, ao reduzir o processo educativo a aspectos utilitários e fragmentados.

²⁴ No original: “The new educational ideal did not see this “whole,” harmonious human being but aimed only to impart knowledge specific to the newly dawning scientific era. We now have a science that bypasses the human being, especially as a being of soul and spirit, and attempts to see the human body as a product of natural evolution. This monumental struggle has not yet ended; it continues uninterrupted. At all levels of education, from the universities down to the elementary schools, science instruction is a testimony to this evolutionary process. We must indeed incorporate this new element into education, but how can we do so in a way allows the ideal of the “image of the human being” to emerge, an ideal that is justified in standing up to the demands of this scientific worldview.”

para atender à nova era científica emergente, Kolisko optou por refletir sobre o desenvolvimento do ensino de Ciências na Escola Waldorf. Ele reconheceu que a essência dessa abordagem pedagógica estava na tentativa de aplicar o pensamento científico da época para compreender o ser humano como um todo, em interação com o mundo, contribuindo, assim, para uma educação mais significativa nesse campo.

Como membro do corpo docente da Escola Waldorf, Kolisko participou da primeira palestra ministrada por Rudolf Steiner aos professores da instituição, logo após assumir sua direção em 1919. Nessa ocasião, Steiner apresentou o ideal da “imagem do ser humano” e definiu um novo objetivo para a educação, fundamentado na relação entre o indivíduo e o universo. Como registrado por Kolisko (2013, p. 17), Steiner afirmou:

Quando crianças e adolescentes estudam o mundo natural, cada fenômeno natural deve iluminar a conexão com todo o cosmos e suas grandes leis, por um lado, e com o ser humano, por outro. Isso não pode permanecer como mera teoria, mas deve ser implementado em nível prático em todos os detalhes. Deve ser possível entender o ser humano com base em todo o cosmos e todo o cosmos com base no ser humano.²⁵

Diante desse ideal, Kolisko relata que Steiner demonstrou ser possível compreender a natureza de uma forma que permitisse ao ser humano reencontrar seu lugar dentro dela. Inspirados por essa perspectiva, os professores iniciaram seu trabalho movidos pelo entusiasmo gerado por esse novo ideal pedagógico.

Com o desenvolvimento da instituição e a inclusão de novos anos escolares, Steiner elaborou gradualmente os currículos escolares. Após a consolidação do currículo, Kolisko (2013, p. 17 e 18) analisou sua estrutura e percebeu que os anos finais (9º ao 12º ano) seguiam um caminho inverso ao dos anos iniciais (1º ao 8º ano). O ensino de Ciências na Escola Waldorf tem início no quarto ano, começando pelo estudo do ser humano e suas relações com o mundo, explorando como a forma do corpo humano reflete as forças do cosmos e da Terra. Em seguida, os conteúdos avançam para os reinos animal, vegetal e mineral. No 7º ano, introduzem-se os estudos de Física e Química, abordando inicialmente fenômenos como som, luz e calor, antes de se aprofundar na mecânica e nas leis da matéria inorgânica. Esse

²⁵ No original: “When children and adolescents study the natural world, every natural phenomenon must illuminate the connection to the entire cosmos and its great laws on the one hand and to the human being on the other. This cannot remain mere theory but must be implemented on the practical level in every detail. It must become possible to understand the human being on the basis of the entire cosmos and the entire cosmos on the basis of the human being.”

percurso busca respeitar o desenvolvimento do adolescente, garantindo que cada conceito seja apresentado no momento adequado.

No oitavo ano, o estudo do ser humano é retomado e serve como base para a estrutura do ensino médio. O nono ano revisa os conteúdos anteriores, enquanto a décima se concentra no reino mineral e sua relação com a Terra como organismo. Nos anos seguintes, os reinos vegetal e animal são novamente explorados, culminando, no 12º ano, com uma visão aprofundada do ser humano em sua conexão com o cosmos e os reinos naturais. Assim, o ensino de Ciências na Escola Waldorf inicia-se no ser humano, percorre todo o universo natural e retorna ao ser humano com uma compreensão ampliada. Segundo Kolisko (2013, p. 18), esse currículo foi elaborado com base no desenvolvimento do adolescente, sendo sua relevância percebida pelos professores à medida que vivenciavam e refletiam sobre sua aplicação.

Embora o currículo tenha representado um desafio em sua época, Kolisko aponta que, inicialmente, os professores tinham uma compreensão limitada de sua importância fundamental. Suas implicações só puderam ser plenamente compreendidas após serem vivenciadas e refletidas na prática. No entanto, no início, a responsabilidade de desenvolver os detalhes das aulas com base nessas diretrizes cabia a cada professor, exigindo um aprofundamento maior e a busca por recursos complementares para a prática pedagógica.

Consciente das dificuldades enfrentadas pelos professores, Rudolf Steiner não os deixou desamparados nesse processo. Desde a abertura da escola, ele organizou uma série de palestras, algumas delas voltadas especificamente para temas científicos. Segundo Kolisko (2013, p. 18-19), esses cursos abordavam assuntos como luz, calor e astronomia, com o objetivo principal de ampliar a visão dos professores sobre o ensino de ciências.

No estudo dos estados da matéria, Steiner incentivou os participantes a refletirem sobre as dinâmicas essenciais de cada elemento. Ele destacou que as forças atuantes nos estados sólido, líquido e gasoso possuem características distintas e complementares: enquanto o sólido se contrai e se orienta em direção à Terra, o gasoso se expande para o espaço, e o líquido atua como um mediador entre esses dois polos.

Refletindo sobre essas experiências, Kolisko relata sua trajetória no ensino de química e como passou a adotar uma abordagem fenomenológica:

Em meu trabalho anterior em laboratórios de química, eu havia lutado com o problema de compreender os fenômenos químicos com base no que eles revelam diretamente, um iluminando o outro, à medida que expressam seu caráter essencial. Chamei esse tipo de observação de “química fenomenológica”. Foi uma tentativa imperfeita de compreender a natureza no sentido da afirmação de Goethe: Não devemos olhar por trás dos fenômenos; eles próprios são os ensinamentos. A metodologia dessa abordagem agora me ajudava a entender as consequências das ideias surpreendentes de Rudolf Steiner. Os fundamentos iniciais da química são mais bem fornecidos se começarmos com os fenômenos de combustão, disse Steiner de forma concisa em suas explicações sobre o currículo. Levei anos para esgotar o conteúdo completo dessa declaração. Comecei tentando demonstrar o que é uma chama: Por um lado, ela irradia luz (e calor) para o mundo - imponderáveis que retornam aos céus. Por outro lado, as cinzas se precipitam - cinzas mortas, materiais e solidificadas que se tornaram totalmente terrestres. Entre esses dois polos, o ar que alimenta a chama está ativo, juntamente com a fumaça, na qual o ar e a água lutam. Todo esse fenômeno é o que chamamos de chama. É onde os grandes opostos cósmicos se separam: a luz e o calor se separam da matéria sólida, do elemento salgado e terrestre. Tudo o que é vivo é combustível. A coloração e o desbotamento das folhas no outono são, na verdade, como um extenso desenvolvimento de chamas que ascendem ao céu, deixando as cinzas para trás. Devemos ver o processo de combustão como o espírito se libertando da matéria. Uma estrofe de Goethe resume muito bem o que precisa ser dito sobre isso:

O que quer que uma chama viva possa cercar,
Não é mais informe, ou preso à terra.
Agora é invisível, voa da terra,
E se apressa para o alto, para seu lugar de nascimento.²⁶ (Kolisko, 2013, p. 19)

Inicialmente, a adoção da abordagem fenomenológica no ensino da química representou um grande desafio para Kolisko. Ele admite sua dificuldade em compreender os fenômenos químicos apenas pelo que eles expressam diretamente,

²⁶ No original: “In my previous work in chemical laboratories, I had wrestled with the problem of understanding chemical phenomena on the basis of what they reveal directly, one illuminating the other, as they express their essential character. I called this type of observation “phenomenological chemistry.” It was an imperfect attempt to grasp nature in the sense of Goethe’s statement, “We must not look behind the phenomena; they themselves are the teachings.” The methodology of this approach now helped me flesh out the consequences of Rudolf Steiner’s very surprising ideas. “The initial foundations of chemistry are best provided by beginning with combustion phenomena,” said Steiner tersely in his explanations of the curriculum. It took me years to exhaust the full content of this statement. I began by attempting to demonstrate what a flame is: On the one hand, it radiates light (and heat) out into the world – imponderables returning to the heavens. On the other hand, ash precipitates – dead, material, solidified ash that has become totally earthly. Between these two poles, the air that feeds the flame is active, along with smoke, in which air and water wrestle. The whole phenomenon is what we call a flame. It is where the great cosmic opposites separate: light and heat separate from solid matter, from the salt-like, earthy element. Everything that is alive is combustible. The coloring and fading of leaves in the fall is actually like an extensive development of flames that ascend to heaven, leaving ashes behind. We must view the combustion process as spirit extricating itself from matter. A stanza by Goethe beautifully summarizes what needs to be said about this: “Whate’er a living flame may surround, / No longer is shapeless, or earthly bound. / ‘Tis now invisible, flies from earth, / And hastens on high to its place of birth.”

sem recorrer a explicações abstratas ou mecanicistas. Contudo, ao trabalhar com os conteúdos introdutórios de química sugeridos por Rudolf Steiner, especialmente os fenômenos de combustão, Kolisko percebeu que essa abordagem exigia um envolvimento profundo e uma longa reflexão. Levaram anos para que ele pudesse explorar e entender completamente as implicações dessa metodologia, que conecta os fenômenos da natureza a uma perspectiva mais ampla, envolvendo ciência e o ser humano em interação com o cosmos.

Ademais, o estudo da combustão revelou-se particularmente significativo para Kolisko. Ele demonstrou como esse fenômeno expressa a inter-relação entre os estados da matéria, refletindo os princípios da polaridade cósmica. A chama, como ele explica, simboliza a separação entre a luz e o calor que se elevam aos céus, representando os imponderáveis, e as cinzas que permanecem na Terra, simbolizando o elemento sólido e material. Essa descrição ilustra como a visão de Kolisko sobre os estados da matéria foi profundamente transformada pelas ideias de Steiner.

Em última análise, Kolisko evidencia como essa perspectiva fenomenológica converge com a visão de Goethe, que propunha que os fenômenos devem ser observados em sua totalidade. É nos próprios fenômenos, dizia Goethe, que se encontram os ensinamentos fundamentais sobre a natureza e seu funcionamento. Assim, a abordagem fenomenológica torna-se não apenas uma forma de compreender a química, mas também um caminho para conectar ciência, natureza e ser humano.

Inclusive, é possível observar a riqueza de conteúdo que pode ser explorada ao trabalhar o fenômeno da combustão. Um fenômeno que, à primeira vista, pode parecer simples, revela uma diversidade de perspectivas para serem desenvolvidas com os adolescentes, permitindo que elas reflitam sobre o papel do fogo nos processos do corpo humano, das plantas e dos animais. Wunderlin (2014) apresenta que o fogo é particularmente motivador para os alunos, já que muitos têm contato com ele em momentos de lazer, tornando essencial que as aulas de química ensinem seu uso seguro. A partir do estudo do fogo, é possível abordar temas como sais, bases e ácidos, estabelecendo conexões que enriquecem o aprendizado químico.

Kolisko (2013) exemplifica essa abordagem ao descrever um experimento sobre combustão realizado com seus alunos, utilizando a destilação seca da madeira em um recipiente hermeticamente fechado, processo que resulta na formação de gás

de carvão. Durante a observação, os estudantes notaram que o gás se expandia para cima, enquanto o carvão vegetal, carregando as cinzas da combustão, permanecia depositado na parte inferior do recipiente. A disposição dos resíduos remeteu à imagem de um sistema radicular, como se o próprio processo recriasse, a partir da madeira morta, a organização estrutural de uma planta. Kolisko destaca ainda que diferentes partes vegetais geram resultados distintos: enquanto a queima de flores produz mais chamas, a combustão da casca resulta em maior quantidade de carvão. Além dessas observações, os alunos perceberam que o gás de carvão, composto principalmente por metano e hidrogênio, apresenta comportamento expansivo, inflamável e volátil, características que, simbolicamente, podem ser associadas ao movimento ascendente das plantas em direção ao céu. A partir dessa experiência, tornam-se perceptíveis as relações entre hidrogênio e oxigênio: enquanto o hidrogênio se orienta para o cosmos, o oxigênio tende para a Terra. Com essas bases estabelecidas a partir da vivência experimental, a descoberta de que a água pode ser decomposta justamente nesses dois elementos adquire um sentido ainda mais significativo, ampliando a compreensão dos processos naturais por meio da observação direta e da construção gradual do conhecimento.

Esses exemplos de abordagem reforçam as orientações de Steiner para os professores, demonstrando que o conteúdo essencial aprendido em outras escolas também é abordado, mas de forma integrada aos processos naturais e às conexões entre o conhecimento científico, o ser humano e o cosmos. Isso nos leva, como professores, a refletir que a diferença não está no que se aprende, mas em como se aprende. Um exemplo apresentado por Kolisko (2013, p. 22-23) ilustra bem essa perspectiva ao tratar dos sais. Em vez de serem vistos apenas como substâncias químicas cristalizadas, os alunos são conduzidos a compreender sua relação com os processos naturais, especialmente em contraste com a combustão. Enquanto o fogo libera energia e transforma a matéria em cinzas ricas em sais, os sais, por sua vez, simbolizam a condensação e a solidificação, assumindo formas estruturadas na Terra. Essa abordagem amplia o olhar sobre os fenômenos, permitindo que os estudantes percebam os sais não apenas como compostos químicos, mas como elementos essenciais que conectam os processos terrestres e cósmicos.

Percebe-se que, a partir dessa abordagem, torna-se evidente que, ao relacionar os fenômenos químicos ao ser humano e ao cosmos, o ensino ultrapassa a mera transmissão de conhecimento. Nessa perspectiva, os professores oferecem

aos alunos a oportunidade de observar, refletir e compreender a química de maneira integrada a diferentes aspectos da vida, estabelecendo conexões que tornam o aprendizado mais profundo e significativo. Contudo, também se evidencia que a formação docente é um processo contínuo, que exige anos de prática, reflexão e aprimoramento. É por meio desse processo que o professor é capaz de explorar plenamente as múltiplas possibilidades de trabalhar os fenômenos químicos em sala de aula, contribuindo para uma educação mais viva e conectada à realidade.

As contribuições de Kolisko e Steiner para o ensino de Ciências na Escola Waldorf destacam uma abordagem diferenciada, para aquela época e para a atualidade. Essa perspectiva contrasta com modelos convencionais, que frequentemente isolam os conteúdos científicos de um contexto mais amplo. Contudo, o ideal pedagógico apresentado por Kolisko também levanta desafios significativos, especialmente no que diz respeito à formação docente. A abordagem fenomenológica exige professores altamente preparados, capazes de compreender os fenômenos além de explicações técnicas, inserindo-os em uma visão integrada da natureza e do ser humano.

Além disso, é essencial compreender como, ao longo dos anos, os professores Waldorf adaptaram e desenvolveram suas práticas pedagógicas em um mundo cada vez mais desconectado da experiência direta com o ambiente natural. Autores como Julius, Mitchell e Wunderlin contribuíram significativamente para esse processo, registrando suas vivências e reflexões em obras que ampliaram e enriqueceram a base deixada por Rudolf Steiner e Kolisko. Esses registros e reflexões representam um desdobramento significativo do legado pedagógico, que será analisado nas próximas seções.

3.3.2 Práticas Pedagógicas na Química Waldorf

Julius (1992), Mitchell (2012) e Wunderlin (2014; 2018) desenvolveram livros que auxiliam os professores de química na compreensão dos princípios fundamentais e das práticas pedagógicas que devem ser considerados antes de explorar os aspectos práticos do ensino de química na pedagogia Waldorf. Essas obras oferecem orientações para conduzir aulas de forma significativa, além de sugerir diretrizes importantes sobre segurança no laboratório, planejamento de aulas e o uso de experimentos como ferramentas para estimular a curiosidade e a reflexão dos alunos.

Apesar disso, os autores deixam claro que não pretendem propor um modelo rígido a ser reproduzido, suas obras apresentam exemplos diversificados que buscam inspirar os professores a desenvolverem suas próprias práticas pedagógicas, capacitando-os como autores de suas abordagens no ensino.

Dentro dessa perspectiva, é importante ressaltar que a pedagogia Waldorf tem como objetivo transformar os campos do conhecimento em ferramentas educacionais que promovam o desenvolvimento saudável dos adolescentes (Mitchell, 2012, p. 15). Esse enfoque difere do modelo predominante nas escolas públicas e particulares contemporâneas, no qual o ensino de química frequentemente foca em abstrações e modelos moleculares. Ulrich Wunderlin aponta que, ao longo do século XX, o ensino de química passou por uma transição que enfatizou cada vez mais a dimensão molecular, em detrimento da observação dos processos químicos em si. Essa mudança, já prevista por Kolisko, criou um distanciamento entre os fenômenos químicos reais e as representações teóricas, muitas vezes reduzidas a conceitos abstratos (Wunderlin, 2018, p. 123).

Essa desconexão é amplamente percebida nos livros didáticos, que frequentemente destacam a importância da química na vida cotidiana, mas falham em torná-la compreensível para o público geral. Julius (1992, p. 7) observa que essa dificuldade não é meramente didática, mas reflete uma mudança no objetivo original da ciência natural, agora voltada para modelos que representam apenas aspectos parciais da realidade. Wunderlin (2018, p. 123-124) reforça que essa abordagem contribui para a dificuldade de relacionar os conceitos químicos com suas manifestações reais, tornando a química menos acessível e interessante para os estudantes. Não é à toa que, embora inicialmente bem recebida no ensino fundamental, especialmente no 7º ano, a química muitas vezes se torna uma das disciplinas menos populares no ensino médio, à medida que seu conteúdo passa a ser apresentado de forma cada vez mais abstrata (Wunderlin, 2014, p. 10).

Verificamos no capítulo 2 que para superar esses desafios, diversos educadores têm buscado métodos que conectem o ensino de química às experiências cotidianas e aos contextos naturais. No Brasil, várias propostas têm surgido, destacando-se a metodologia ativa. Segundo Nascimento e Feitosa (2020, p. 3), essas abordagens são fundamentadas em estratégias de ensino que adotam uma concepção pedagógica crítico-reflexiva, permitindo uma análise e intervenção na realidade, valorizando a construção coletiva do conhecimento. Contudo, como

observado por Novoa e Coelho (2021, p. 213), é crucial reconhecer que as metodologias ativas atualmente empregadas no Brasil não resolvem todos os desafios e dificuldades da educação em química. Portanto, é imperativo explorar novas abordagens pedagógicas que possam oferecer soluções mais abrangentes e eficazes.

O pesquisador e professor Ernst-Michael Kranich (1929-2007), em seu trabalho intitulado "A necessidade de mudar a qualidade do conteúdo de aprendizagem nas aulas de química"²⁷, publicado em 2010, aborda a importância de transformar a qualidade do conteúdo ensinado nas aulas de química. Kranich argumenta que não basta apenas corrigir os métodos de ensino, mas é igualmente crucial reavaliar como o conteúdo é apresentado e ensinado em sala de aula. Essa perspectiva é corroborada por Wunderlin (2018), que argumentando a favor de uma abordagem mais equilibrada na educação em química, que valorize tanto os processos químicos reais quanto a compreensão das estruturas moleculares, enquanto critica a tendência de substituir a realidade material por modelos teóricos simplificados. Dessa maneira, tanto Kranich quanto Wunderlin sublinham a importância de uma mudança no ensino da disciplina.

Ao observar a pedagogia Waldorf, podemos reconhecê-la como uma abordagem promissora para transformar o ensino de Química. Diante dessas reflexões, surge uma pergunta essencial: como a Química é abordada nas escolas Waldorf atualmente? Uma possível resposta pode ser encontrada em Wunderlin (2018, p. 128-129):

O ensino de química nas escolas Waldorf adota deliberadamente uma abordagem distinta em seu conceito básico. O ponto de partida são sempre as experiências cotidianas e os processos industriais essenciais, o que na didática atual é conhecido como contextualização. A introdução ao conteúdo segue o desenvolvimento histórico da disciplina, pois a humanidade começou a praticar a química através do desenvolvimento de processos químicos importantes, e não pela existência de certas substâncias isoladas. Dessa forma, os processos químicos são colocados no centro das lições, dando igual importância à ciência das substâncias e à ciência dos processos. O experimento químico para demonstração - como também as experiências realizadas pelos estudantes - possuem um papel crucial na formação do conhecimento, começando sempre com fenômenos observáveis. O experimento desperta perguntas e serve como ponto de partida para a formação contínua de conhecimento.²⁸

²⁷ O título original do artigo é "Über die Notwendigkeit einer Qualitätsveränderung der Lerninhalte im Chemieunterricht". Ele foi publicado no livro "Erziehungswissenschaftliche Zugänge zur Waldorfpädagogik", juntamente com outros trabalhos que abordam o conteúdo de ensino (Kranich, 2010).

²⁸ No original: "Der Chemieunterricht an den Waldorfschulen geht hier bewusst einen anderen Weg in seiner Grundkonzeption. Der Ausgangspunkt liegt immer bei Alltagserfahrungen und wesentlichen

Em outras palavras,

Os professores Waldorf começam com um fenômeno que os alunos observam. Eles então levam suas observações para dentro de si e depois escrevem com precisão o que viram. A classe discute as observações, pensa sobre elas, confronta-se com elas, talvez repita o experimento e, então, esforça-se para chegar a uma conclusão. Por que aconteceu isso e aquilo? Nesse processo, o pensamento dos alunos é ativo. Eles chegam aos conceitos por meio de sua própria atividade de pensamento interno e julgamento trabalhado. Eles redescobrem o que Cavendish ou Priestley têm o crédito de ter descoberto, mas são donos da experiência de descobrir por si mesmos, são donos do conceito que derivaram. Mais tarde, a atividade de pensamento adquirida lhes será útil na vida quando se depararem com problemas que exijam discriminação, quer continuem a estudar ciências ou não.²⁹ (Mitchell, 2012, p. 14)

A princípio, o ensino da Química na pedagogia Waldorf não parte de fórmulas ou substâncias isoladas, mas dos próprios fenômenos. A partir deles, o professor deve conduzir os alunos para que descubram, por si mesmos, os conceitos que emergem da observação e da experimentação. Além disso, é essencial estabelecer conexões com experiências cotidianas e processos industriais relevantes, alinhando-se ao conceito de contextualização na educação e ampliando a relação do fenômeno entre o ser humano e o cosmos.

Ademais, Julius (1992) discorre que um verdadeiro cientista natural deve ser capaz de relacionar sua especialidade não apenas com toda a natureza, mas também com a cultura geral, integrando, sempre que possível, sua disciplina com as demais áreas do conhecimento. Dessa forma, vemos a orientação de outro princípio no qual

industriellen Prozessen – in der aktuellen Didaktik spricht man die Kontextualisierung (siehe 4.1). Damit folgt der Einstieg in die Inhalte dieses Faches der geschichtlichen Entwicklung, denn die Menschheit hat nicht durch das Vorhandensein bestimmter Stoffe begonnen, Chemie zu betreiben, sondern durch die Entwicklung wichtiger chemischer Verfahrensweisen (siehe auch 4.1: historisch-problemorientierter Unterricht). Auf diese Weise werden die chemischen Prozesse in den Mittelpunkt des Unterrichts gerückt, Stoffkunde und Prozesskunde werden gleichrangig gewichtet. Das chemische Demonstrationsexperiment – wie auch das Schülerexperiment - haben eine ganz entscheidende Funktion für die Erkenntnisbildung, die stets bei den beobachtbaren Phänomenen ansetzt. Das Experiment weckt Fragen, es ist Ausgangspunkt für die weiterführende Erkenntnisbildung.“

²⁹ No original: “Waldorf teachers begin with a phenomenon which the students observe. They then take their observations inward and later accurately write what they saw. The class discusses the observations, thinks about them, wrestles with them, perhaps repeats the experiment, and then strives to arrive at a conclusion. Why did such and such happen? In this process the students’ thinking is active. They arrive at the concepts through their own inner thought activity and worked-at judgment. They re-discover what a Cavendish or Priestley is credited with discovering, but they own the experience of finding it themselves, they own the concept they have derived. Later the acquired activity of thinking will be of use to them in life when encountering problems requiring discrimination, whether they continue to study science or not.”

orienta o professor de Química a integrar sua disciplina com outras áreas do conhecimento, oferecendo uma visão mais ampla e interconectada da realidade.

Nesta circunstância, o professor de Química deve considerar algumas etapas fundamentais para a prática pedagógica. Conforme descrito por Julius (1992) e Mitchell (2012), essas etapas incluem: garantir que os conteúdos apresentados estejam em sintonia com o estágio de desenvolvimento do adolescente; promover uma visão de mundo ampla e interconectada; envolver os alunos por meio dos sentimentos, ações e pensamentos; priorizar a qualidade do aprendizado em vez da quantidade de conteúdo, utilizando o tempo de forma a estimular a reflexão e a compreensão dos fenômenos; recapitular cada demonstração ou experimento após sua conclusão; e, por fim, transmitir aos alunos a importância do pensamento como ferramenta essencial para compreender e transformar o mundo.

Similarmente, ao realizar demonstrações, é essencial garantir que o ambiente esteja adequado para a experiência. Para isso, o professor deve verificar se a área de exibição está limpa e organizada, contendo apenas o material necessário; assegurar que o plano de fundo, a iluminação e a ventilação da sala sejam apropriadas para a demonstração; minimizar ruídos externos que possam interferir na atenção dos alunos; e utilizar um jaleco branco, evitando que cores ou estampas distraiam o foco da turma (Mitchell, 2012, p. 22).

Além dessas etapas fundamentais para a prática pedagógica, Julius e Mitchell apresentam que o professor deve conduzir o processo de aprendizagem de forma ativa, estimulando os sentimentos dos alunos em relação aos fenômenos estudados. Após a demonstração, é fundamental incentivar a recordação do processo, permitindo que os alunos reflitam e se esforcem internamente para construir sua própria compreensão. A recapitulação das informações deve ser conduzida de maneira investigativa, incentivando diferentes julgamentos até que os próprios alunos sejam capazes de formular o conceito ou a lei para a qual a aula está sendo direcionada.

Paralelamente, é necessário reconhecer que um ensino verdadeiramente saudável não deve se limitar à absorção consciente do conteúdo, mas também considerar os processos subconscientes que ocorrem naturalmente durante a alternância entre a vigília e o sono. Esses processos contribuem para uma assimilação mais profunda do aprendizado (Julius, 1992, p. 15).

Ademais, a preparação da classe antes da lição principal de química é um aspecto crucial do ensino na pedagogia Waldorf. Para Mitchell (2012, p. 44), esse

processo começa com a recepção individual dos alunos, muitas vezes por meio de um simples aperto de mão, criando um vínculo pessoal e um ambiente acolhedor. Com todos em sala, a aula inicia-se com a recitação de um versículo, seguida de atividades rítmicas, como música e poesia, para estimular a atenção e a concentração. Em seguida, jogos de memória e desafios verbais são propostos para ativar o pensamento e promover a interação entre os alunos. Após esse aquecimento, a turma recapitula a lição anterior, esclarecendo dúvidas sob a orientação do professor. Somente então, com a classe plenamente envolvida e atenta, dá-se início à exploração do fenômeno a ser estudado.

Essas práticas não apenas auxiliam o professor na condução das aulas, mas também refletem os fundamentos essenciais da pedagogia Waldorf, contribuindo diretamente para o desenvolvimento cognitivo e emocional dos alunos. No entanto, é importante lembrar, conforme descrito por Julius (1992, p. 16), que o professor sempre exerce um impacto sobre seus alunos, seja ele positivo ou negativo. Assim, muitas dessas etapas podem favorecer um ambiente de aprendizado saudável, desde que sejam aplicadas de maneira consciente, especialmente durante as aulas de época.

Agora, voltando nosso olhar especificamente para o ensino de Química, é possível explorar o modelo das aulas de época. Para isso, examinaremos uma das aulas sugeridas por Julius (1992), Mitchell (2012), Rohde (2013) e Wunderlin (2014), destacando como essa metodologia é estruturada na prática.

3.3.3 O ensino de Química no 9º ano na pedagogia Waldorf

No 9º ano, a química orgânica é destacada como o principal foco das aulas, conforme sugerido por Mitchell (2012, p. 162). Os conteúdos abordados devem explorar a profunda conexão entre o ser humano e o mundo vegetal, enfatizando processos como a fotossíntese, a assimilação do dióxido de carbono e a formação de carboidratos. Esses fenômenos são apresentados com o objetivo de evidenciar suas direções complementares: de um lado, o caminho que leva à solidificação e à formação de matéria, e, de outro, os processos que liberam energia indispensável à manutenção da vida.

Para introduzir esses conceitos, Mitchell propõe iniciar as aulas com o experimento da torre de carbono. Para isso, são utilizados dois béqueres de 200 ml: em um, são colocados aproximadamente 200 g de açúcar de confeitaria; no outro, 10

ml de ácido sulfúrico concentrado. Inicialmente, o professor convida os alunos a observar cuidadosamente as características de ambas as substâncias antes de qualquer interação. Em seguida, o ácido é despejado sobre o açúcar, sendo agitado com cautela utilizando uma vareta de vidro. Durante esse processo, recomenda-se que os alunos mantenham uma distância segura para observar o experimento. Gradualmente, forma-se uma coluna de carbono que se eleva pelas laterais do béquer, projetando-se para fora como uma torre preta, criando um impacto visual marcante e despertando o interesse dos alunos, conforme ilustrado na imagem 1.

Imagem 1: Ilustração da Torre de Carbono



Fonte: Mitchell (2012, p. 168)

Após o experimento principal, os alunos são orientados a elaborar um relatório detalhado contendo os materiais e equipamentos utilizados, o esboço do experimento, a descrição do procedimento, as observações realizadas, as conclusões obtidas e, por fim, pelo menos uma pergunta que o experimento tenha suscitado. No dia seguinte, o experimento é revisado, e Mitchell conduz uma discussão conjunta com a turma, analisando as conclusões, conceitos e questões levantados por cada aluno.

De acordo com Wunderlin (2014, p. 140-141), é essencial reconhecer que, a partir dos blocos principais de Química estudados no 7º e 8º anos, o foco central no 9º ano deve ser aprofundar a compreensão sobre a respiração de humanos e animais. Para isso, as aulas incluem experimentos complementares que ampliam o entendimento do tema e se conectam ao experimento principal.

No primeiro experimento complementar, utiliza-se uma vela acesa coberta por um cilindro de vidro. Os alunos são instruídos a cronometrar o tempo necessário para que a vela se apague. Em seguida, com o auxílio de um balão conectado a um tubo de vidro, os alunos expiram repetidamente (pelo menos cinco vezes) para introduzir o ar expirado no interior do cilindro. Após esse processo, o ar contido no balão é liberado sobre uma nova vela acesa, permitindo que os alunos observem as diferenças no comportamento da chama.

No segundo experimento complementar, duas garrafas de lavagem de gás são preenchidas com uma solução de soda cáustica e conectadas entre si por meio de uma peça em formato de "T". O ar inalado passa inicialmente pela solução na garrafa de lavagem "A" e, ao ser exalado, é conduzido através da solução na garrafa "B", conforme ilustrado na imagem 2. Esse experimento reforça a compreensão dos processos de inalação e exalação, permitindo que os alunos analisem as mudanças químicas ocorridas durante a respiração.

Imagem 2: Conexão das garrafas de lavagem de gás



Fonte: Wunderlin (2014, p. 142)

Em ambos os experimentos complementares, os tubos de vidro tornam-se visivelmente turvos devido à formação de gotículas de água. Esse processo de turvação é uma evidência da presença de gás carbônico (dióxido de carbono), mas

essa conclusão não é fornecida aos alunos de imediato. No dia seguinte, com a mediação do professor, os estudantes são estimulados a deduzir essa relação a partir de seus registros de observações, ilustrações, conclusões e questionamentos sobre os experimentos realizados.

Para Julius (1992, p. 62), a química orgânica é um ponto de partida natural para as aulas dessa etapa, pois constitui a base das substâncias que compõem os corpos dos seres vivos. Ele sugere dois experimentos relacionados à respiração, sendo o primeiro bastante semelhante ao apresentado por Wunderlin, mas utilizando equipamentos mais simples, e o segundo voltado para o estudo da fotossíntese.

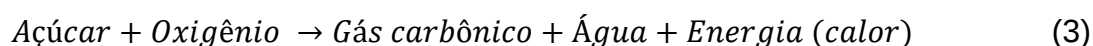
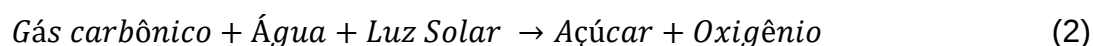
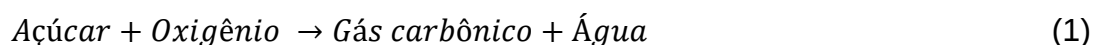
No primeiro experimento sugerido por Julius, utiliza-se um frasco preenchido com uma solução de cal hidratada (hidróxido de cálcio). O aluno sopra ar para dentro do frasco, que é então tampado e agitado até que a solução se torne turva. Esse fenômeno ilustra a reação do dióxido de carbono presente no ar expirado com a hidróxido de cálcio, formando sal de cálcio (carbonato de cálcio). No segundo experimento, voltado para a fotossíntese, utiliza-se uma planta aquática colocada em um recipiente com água, coberta por um funil invertido. Um tubo de ensaio cheio de água é posicionado sobre a saída do funil. Quando o aparato é exposto à luz solar, observa-se o acúmulo de bolhas de gás oxigênio no tubo de ensaio, evidenciando o processo de fotossíntese e a liberação de oxigênio pela planta.

Além disso, Julius (1992, p. 67) apresenta dois experimentos complementares que ampliam a compreensão do fenômeno previamente explorado. O primeiro é o experimento da vela apagada pelo gás de um balão, que ilustra a densidade do dióxido de carbono, evidenciando que ele é mais pesado que o ar. O segundo experimento envolve a combustão de carvão vegetal, em que um pedaço de carvão é aquecido até brilhar intensamente e, em seguida, transferido para um frasco contendo uma solução de hidróxido de cálcio. Durante o processo, a solução se torna turva quase imediatamente, demonstrando a produção de dióxido de carbono como resultado da combustão.

Conforme apresentado por Rohde (2013, p. 87), diferentes abordagens podem ser utilizadas para iniciar as aulas de Química no 9º ano. Entre elas, destacam-se a exploração da fermentação de frutas para produzir álcool, a produção de ésteres a partir da fermentação do ácido acético, a investigação da combustão de compostos de carbono e hidrogênio, e experimentos relacionados à fotossíntese. No entanto, Rohde (2013, p. 88) ressalta que iniciar com um exemplo de combustão é

particularmente eficaz para engajar os alunos em atividades independentes, ensinar técnicas experimentais e estimular a investigação científica. Nesse contexto, ele recomenda realizar algum experimento com a vela como uma introdução eficiente à primeira parte do bloco de Química no 9º ano, permitindo ainda abordar a história da vela, conforme descrita por Michael Faraday.

Independentemente do experimento escolhido para iniciar as aulas de Química no 9º ano, o principal foco do conteúdo é a Química Orgânica, com ênfase no estudo e na observação do dióxido de carbono. Após a realização dos experimentos, inúmeras possibilidades se abrem para conduzir os alunos à compreensão dos fenômenos envolvidos. Quando esse objetivo é alcançado, Julius (1992, p. 68) sugere a introdução de equações químicas simples para ilustrar os processos de assimilação e transformação do dióxido de carbono, como, por exemplo:



Essas equações permitem que o professor apresente os conceitos químicos de maneira simples e acessível, facilitando a compreensão dos alunos. Além disso, servem como uma preparação gradual para a aplicação futura de fórmulas químicas mais complexas. Este também é um momento oportuno para contextualizar o papel do carbono, possibilitando a exploração do ciclo do dióxido de carbono e a introdução histórica de sua descoberta por Joseph Black em 1754.

Ainda no estudo dos fenômenos relacionados ao dióxido de carbono, Mitchell (2012, p. 172) propõe a realização de um experimento para aprofundar a compreensão dos alunos. O procedimento consiste em aquecer um pedaço de carvão vegetal até que ele libere fumaça, capturando-a em um frasco de Erlenmeyer, que deve ser imediatamente vedado com uma rolha. Em seguida, adiciona-se água destilada ao frasco, agita-se a solução e solicita-se aos alunos que verifiquem o equilíbrio ácido-base utilizando papel de tornassol.

Paralelamente, realiza-se o mesmo procedimento em outro frasco de Erlenmeyer, mas, desta vez, insere-se uma tala de madeira em chamas no interior do

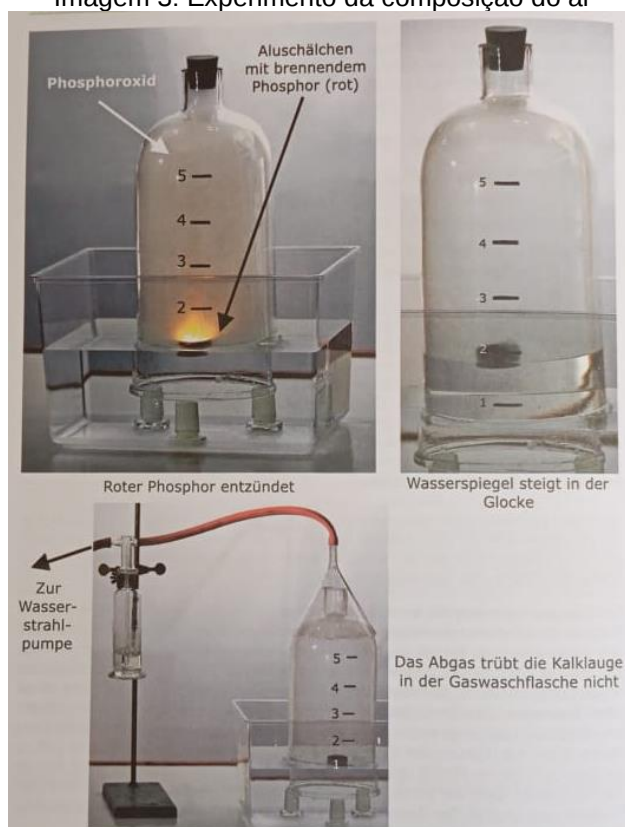
frasco antes de vedá-lo. Os alunos devem observar atentamente as mudanças que ocorrem em ambos os frascos.

No experimento, ao aquecer o carvão vegetal e capturar a fumaça em um frasco, os alunos observam a formação de dióxido de carbono (CO_2) como produto da combustão. Quando essa fumaça é dissolvida em água destilada, ocorre uma reação que forma ácido carbônico, evidenciada pela mudança no papel de tornassol, que indica a propriedade ácida do gás em solução. Além disso, ao introduzir uma tala de madeira em chamas no frasco, percebe-se que o dióxido de carbono não sustenta a combustão, pois a chama se apaga devido à ausência de oxigênio.

Na sequência, é possível explorar a composição do ar por meio de um experimento sugerido por Wunderlin (2014, p. 145), utilizando um sino de vidro. O procedimento consiste em posicionar três pedras em um vasilhame de vidro e adicionar água até atingir a base do sino. Retira-se o sino da bacia e, sobre a superfície da água, posiciona-se uma vela com um pouco de fósforo vermelho. Após acender a vela, o sino é cuidadosamente reposicionado sobre o vasilhame.

Após a combustão da vela, o ar interno do sino de vidro deve ser aspirado com o auxílio de uma bomba conectada a uma garrafa de lavagem de gás previamente preenchida com uma solução de soda cáustica. Em seguida, adiciona-se uma solução indicadora à água do vasilhame para observar e analisar possíveis alterações químicas. A imagem 3 apresenta uma representação visual deste experimento

Imagem 3: Experimento da composição do ar



Fonte: Wunderlin (2014, p. 146)

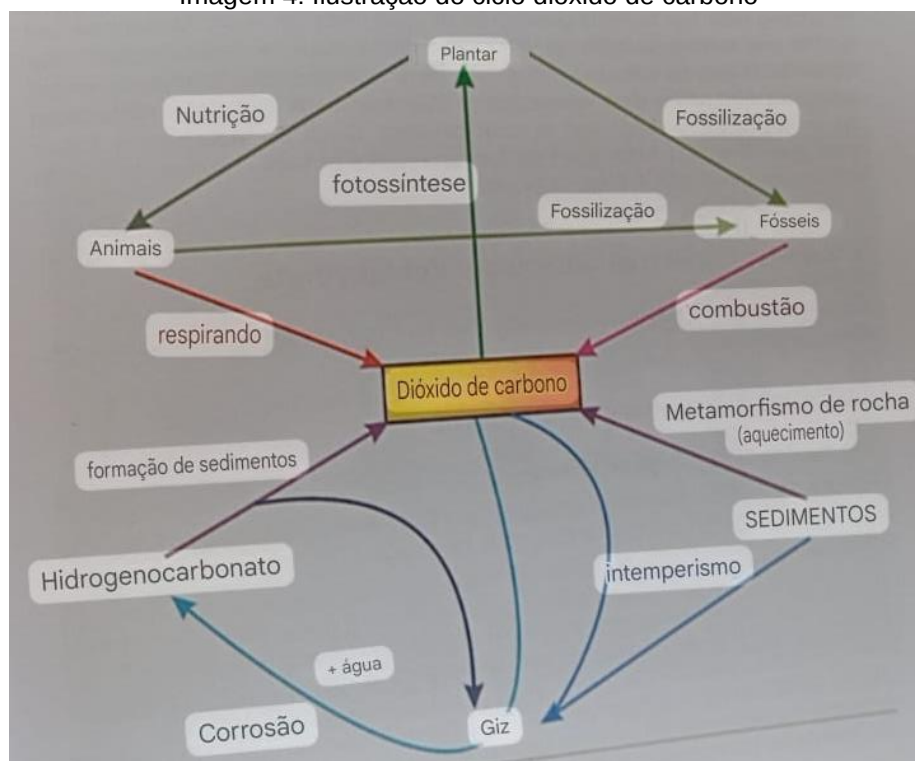
Wunderlin (2014, p. 145, 174) explica que o produto resultante do experimento com o fósforo não é dióxido de carbono, como pode parecer à primeira vista. Isso fica evidente ao verificar que a garrafa de lavagem de gás não apresenta turvação. O produto visível como fumaça branca é, na verdade, óxido de fósforo, uma substância altamente solúvel em água. Ao se dissolver, esse óxido forma ácido fosfórico, que pode ser identificado com o uso de um indicador. Após essas observações, o professor dispõe de uma ampla gama de tópicos para discutir, conduzindo os alunos à compreensão de que o consumo de oxigênio é uma característica comum tanto da combustão quanto da respiração.

Mitchell enfatiza repetidamente em seu livro que, após as observações iniciais, os resultados sejam comparados no dia seguinte, sem que nenhuma explicação seja fornecida no momento da prática. Ele destaca a importância de permitir que os alunos realizem suas próprias observações e registrem suas anotações de forma independente. Essa abordagem oferece aos alunos a oportunidade de elaborar ilustrações, refletir sobre os fenômenos observados e internalizar suas experiências. Além disso, o intervalo entre as atividades, com uma noite de sono, contribui significativamente para a assimilação e compreensão dos conceitos estudados.

Com o término dessa etapa experimental, o próximo passo é direcionar a atenção para o ciclo do dióxido de carbono na natureza (Wunderlin, 2014, p. 152). Esse ciclo demonstra que o dióxido de carbono desempenha papéis essenciais em diversos processos naturais, como a fotossíntese, a calcinação e a dissolução de cal (conteúdos abordados no 7º ano). Além disso, o dióxido de carbono é liberado por processos como a respiração de humanos, animais e plantas, a queima de combustíveis fósseis, a fusão de sedimentos (também conteúdo do 7º ano) e a conversão do hidrogenocarbonato em cal.

Para consolidar essa compreensão, o ciclo do dióxido de carbono pode ser apresentado aos alunos por meio de um esquema visual, como o disponibilizado por Wunderlin (Imagem 4). Esse recurso facilita a visualização integrada dos processos naturais relacionados a esse composto, promovendo uma compreensão mais ampla e interconectada, além de destacar as interdependências entre os diferentes ciclos e fenômenos naturais.

Imagem 4: Ilustração do ciclo dióxido de carbono



Fonte: Wunderlin (2014, p. 151)

Após explorar o ciclo do dióxido de carbono, outros temas relevantes são introduzidos ao longo do 9º ano, permitindo aos alunos ampliar ainda mais sua

compreensão da química orgânica. Esses tópicos incluem o estudo de carboidratos, como açúcar, amido e celulose, a fermentação do álcool e, posteriormente, o aprofundamento sobre a celulose, com foco em produtos técnicos e substâncias químicas derivadas dela (Julius, 1992, p. 62).

Para além desses tópicos, Mitchell sugere uma atividade integradora próxima ao final do ano letivo, que conecta ciência e biografia. Os alunos são incentivados a pesquisar a vida de um cientista estudado ao longo do ano e elaborar relatórios orais e escritos sobre ele. No relatório oral, devem incluir informações como o local onde o cientista viveu, sua formação educacional, sua aparência física, como desenvolveu interesse pela ciência, a descoberta mais significativa de sua carreira e sua relevância para o desenvolvimento científico. Além disso, é solicitado que descrevam as dificuldades enfrentadas pelo cientista, como ele as superou, e compartilhem uma anedota bem-humorada sobre a vida do cientista (Mitchell, 2012, p. 164).

Mitchell também enfatiza a importância de planejar uma ou duas visitas de campo ao longo do ano letivo. Essas visitas permitem que os alunos vivenciem de forma direta os processos industriais estudados em sala de aula, enriquecendo o aprendizado teórico.

Essas atividades e as aulas partindo das demonstrações evidenciam como a abordagem didática se materializa na prática pedagógica, refletindo os elementos essenciais da pedagogia Waldorf no ensino de Química. Longe de promover uma visão deformada da ciência³⁰, as aulas de Química nessa abordagem integram o conhecimento químico com base em fenômenos observáveis e sempre considerando o contexto histórico, social e ambiental em que esses fenômenos ocorrem.

Após apresentar a abordagem das aulas de Química na pedagogia Waldorf, torna-se fundamental compreender os estágios de desenvolvimento dos adolescentes delineados por Rudolf Steiner, bem como as estratégias educacionais propostas por Klaus Podirsky para os alunos do 9º ao 12º ano. Essas estratégias, fundamentadas em uma reflexão aprofundada sobre o desenvolvimento adolescente, oferecem um

³⁰ Por visão deformada de ciências entende-se uma série de concepções simplificadas ou equivocadas acerca da natureza e do processo científico, amplamente difundidas no ensino formal e informal. Essas concepções incluem a ideia de que a ciência é neutra, empírico-indutivista, rigidamente algorítmica, desprovida de contexto histórico e social, acumulativa e fruto de trabalhos exclusivamente individuais e elitistas. Essas visões, ao distorcerem a complexidade e a natureza criativa e interdisciplinar do trabalho científico, influenciam negativamente a formação de professores e a compreensão pública da ciência (Pérez *et al.*, 2001).

suporte essencial tanto para a prática pedagógica quanto para a estruturação curricular dessa disciplina, como veremos a seguir.

3.3.4 A relação entre o desenvolvimento dos alunos e o currículo na Pedagogia Waldorf

O primeiro currículo desenvolvido por Rudolf Steiner foi elaborado com base nos estágios de desenvolvimento dos adolescentes, e, até os dias de hoje, o trabalho curricular na pedagogia Waldorf permanece alinhado a esse princípio (Zech, 2018). É importante ressaltar que os currículos Waldorf não possuem caráter vinculativo, seja por resoluções associativas ou decisões escolares. Em vez disso, são concebidos como planos de orientação, conferindo ao professor a flexibilidade necessária para adaptar os conteúdos às necessidades específicas de cada turma.

Essa abordagem curricular reflete a compreensão de que os estágios de desenvolvimento do adolescente desempenham um papel central na prática pedagógica. Durante essa fase, os jovens enfrentam desafios significativos, como a busca por identidade, mudanças físicas e emocionais e a construção de ideais. Nesse sentido, compreender essas características é fundamental para que os educadores adaptem suas práticas pedagógicas, preparando os adolescentes para os desafios da vida adulta (Podirsky, 2016).

No âmbito do ensino de Química nas escolas Waldorf, a compreensão dos estágios de desenvolvimento do adolescente desempenha um papel crucial no planejamento pedagógico. Essa perspectiva deve ser considerada pelos professores desde o 7º ano, quando a disciplina é introduzida, até o 12º ano, etapa final do ensino médio. Durante esse período, os conceitos químicos são apresentados de forma gradual, acompanhando a complexidade crescente dos conteúdos e o amadurecimento dos alunos.

Os autores Julius (1992), Mitchell (2012), Rohde (2013), Podirsky (2016) e Wunderlin (2018) destacam a importância de desenvolver habilidades específicas nos alunos, alinhadas aos conteúdos de cada etapa do ensino de Química. Esses autores ressaltam a conexão direta entre o desenvolvimento dos adolescentes e o currículo, evidenciando que a progressão dos conteúdos deve respeitar tanto o amadurecimento cognitivo quanto as habilidades práticas. No entanto, neste trabalho, abordarei o ensino de Química a partir do 9º ano até o 12º ano, com base nas contribuições

apresentadas por Podirsky (2016). Nos parágrafos seguintes, serão apresentados os temas e abordagens pedagógicas propostos para cada ano escolar, com destaque para o desenvolvimento cognitivo e habilidades práticas de acordo com o estágio de desenvolvimento dos estudantes.

Segundo Podirsky (2016), o 9º ano representa um período de intensas transformações para o adolescente, marcado pela ruptura com a naturalidade da infância e pelo surgimento de uma consciência mais crítica e analítica. Nessa etapa, os jovens frequentemente se sentem desafiados pelo mundo e acreditam possuir clareza sobre como ele deveria ser. Contudo, essa confiança frequentemente se choca com as limitações da realidade, gerando frustrações e um desejo intenso de compreender e questionar aquilo que os cerca.

No ensino de Química, o 9º ano retoma os temas introduzidos no 7º e 8º anos, mas com maior profundidade. De acordo com Podirsky (2016), o foco recai sobre as substâncias orgânicas e seus processos de transformação, utilizando conceitos previamente estudados, como combustão, carbonização e decomposição da matéria orgânica. Também são explorados a formação e as propriedades das substâncias, bem como suas transformações, incluindo processos como a metamorfose do açúcar em amido, celulose, álcool, ácidos e ésteres de frutas, além da produção de gorduras e resinas.

Mitchell (2012, p. 162) reforça que essa etapa é crucial para o desenvolvimento do raciocínio lógico e da capacidade de julgamento intelectual. Para ele, os alunos devem ser desafiados com conteúdos mais avançados e orientados por professores que estimulem o pensamento analítico. Nesse período, o objetivo é estruturar o pensamento dos estudantes, levando-os a lidar com conteúdos organizados e pré-estruturados. Isso marca a transição da simples descoberta para a invenção, utilizando uma abordagem analítica para compreender um contexto mais amplo.

No 10º ano, que equivale ao 1º ano do ensino médio no Brasil, aprofunda-se a crise da adolescência, marcada por uma maior desilusão com o mundo e pela necessidade de testar os próprios limites. O jovem, ainda em busca de sua identidade, alterna entre momentos de ceticismo e intensa curiosidade. O pensamento lógico torna-se mais estruturado, e o desejo de compreender não apenas os fatos, mas também suas interconexões e consequências, ganha força. Nesse contexto, o ensino de Química introduz os alunos às leis químicas e a processos mais avançados, como osmose, difusão, neutralização e eletrólise (Wunderlin, 2018, p. 140). Esses conceitos

são explorados experimentalmente, permitindo que os alunos compreendam os fenômenos observáveis e as relações fundamentais entre o peso das substâncias e sua valência, o que proporciona uma base sólida para o entendimento das leis e teorias químicas.

Segundo Podirsky (2016), os estudos no 10º ano também incluem a polaridade ácido-base e a cristalização de sais, conectando esses fenômenos às experiências práticas e ao pensamento analítico. Além disso, essa etapa integra a Química com a geometria descritiva, onde os alunos trabalham exclusivamente com sólidos platônicos e suas leis de simetria, elaborando desenhos precisos e explorando conexões entre a ciência e a matemática.

A educação no 10º ano deve promover objetividade e clareza de pensamento, fortalecendo o raciocínio lógico e causal. O aluno é encorajado a reconhecer as leis do mundo de maneira analítica, lidando com aspectos materiais e tangíveis. Esse processo busca consolidar a percepção de que o conhecimento é um meio seguro para compreender a realidade, reforçando a ideia de que "o mundo é verdadeiro". Além disso, o desenvolvimento da precisão na ação e da prática da vida torna-se central, incentivando uma responsabilidade crescente pelas próprias escolhas e ações.

No 11º ano, que equivale ao 2º ano do ensino médio no Brasil, o estudante começa a se interessar por questões mais profundas e abstratas, buscando um sentido maior para sua existência. Ele deseja não apenas entender o mundo ao seu redor, mas também refletir sobre seu papel dentro dele. Nesta etapa, a capacidade de síntese e integração do conhecimento se fortalece, permitindo que o aluno relacione diferentes áreas do saber e formule juízos próprios.

O ensino de Química no 11º ano foca no fenômeno da energia, evidenciando conexões entre física, química e ecologia. Essa abordagem oferece aos alunos uma visão integrada do mundo, promovendo uma compreensão holística de como os processos naturais e tecnológicos se inter-relacionam (Podirsky, 2016). Wunderlin (2018, p. 140-142) destaca diversos fenômenos observáveis e processos industriais explorados nessa etapa, como digestão, metabolismo, aromas, perfumes, cores e pigmentação. Além disso, os professores são incentivados a abordar processos industriais, incluindo a produção de álcoois e éteres, a extração de componentes de plantas e o processamento de alimentos. Paralelamente, os alunos começam a ser

introduzidos às fórmulas químicas, desenvolvendo uma compreensão mais técnica e aprofundada dos conceitos estudados.

O 11º ano também é uma etapa de amadurecimento emocional e intelectual. O foco está no desenvolvimento da objetividade nos sentimentos, permitindo um refinamento do julgamento social e estético. O pensamento torna-se mais ágil, superando a lógica rígida da etapa anterior e alcançando uma nova dimensão. Estimula-se a capacidade de pensar em contextos mais amplos, compreendendo relações sistêmicas e processuais que vão além da causalidade linear. Também se incentiva o pensamento abstrato, independente das percepções sensoriais, aprofundando a compreensão de conceitos não tangíveis.

O currículo nessa etapa inclui ainda reflexões sobre a relação entre a vida e a morte, permitindo que o estudante explore e supere questões existenciais. Esse processo promove uma compreensão mais profunda das leis naturais e suas aplicações, integrando o aprendizado científico e filosófico para atender às necessidades de desenvolvimento integral dos alunos.

No 12º ano, que equivale ao 3º ano do ensino médio no Brasil, o aluno se encontra em um momento de transição para a vida adulta, consolidando sua autonomia, capacidade crítica e senso de responsabilidade. Nesta etapa, ele busca aplicar o conhecimento adquirido de forma prática e significativa, almejando um equilíbrio entre intelecto, emoção e ação.

Durante a época dedicada à Química, o currículo inicia com um resumo da história da disciplina, permitindo uma revisão abrangente dos conhecimentos adquiridos nos anos anteriores (Wunderlin, 2018, p. 142). Essa abordagem não só recapitula conceitos fundamentais, mas também oferece uma perspectiva histórica, ajudando os alunos a compreenderem como a Química evoluiu ao longo do tempo. O estudo concentra-se em fenômenos observáveis, como oxidação e redução, reações de equilíbrio e o papel dos catalisadores. No âmbito dos processos industriais, são abordados temas como síntese orgânica avançada, tratamento de águas residuais e petroquímica, ampliando a visão dos alunos sobre a aplicação prática da química no mundo atual.

Além disso, Podirsky (2016) destaca que o currículo deve focar nos processos de metamorfose e na bioquímica, promovendo uma visão de uma química que não apenas evita a contaminação ambiental, mas também exerce uma influência terapêutica sobre o ser humano e o meio ambiente. Essa abordagem conecta os

estudantes a um conceito mais amplo de sustentabilidade e responsabilidade social, essencial para a formação de cidadãos conscientes.

O ensino no 12º ano visa permitir que os alunos reconheçam qualidades nos fenômenos a partir da observação detalhada e da análise factual, unindo percepção sensorial e intuição. Eles devem ser capazes de estabelecer conexões internas entre diferentes áreas do conhecimento, tornando evidente a interação entre forças espirituais e o mundo material. Essa etapa marca a transição do pensamento causal-analítico para um pensamento mais ideológico e integrativo, levando os alunos a compreenderem a interdependência entre lei, necessidade, liberdade e responsabilidade.

Além disso, a educação nesse período estimula reflexões profundas sobre questões existenciais, como destino e humanidade, promovendo um pensamento crítico que ultrapassa a simples absorção de conteúdo. Essa abordagem finaliza a formação escolar com um foco na capacidade do aluno de integrar saberes e agir no mundo de maneira ética, consciente e transformadora.

À primeira vista, esses aspectos podem parecer secundários, mas são fundamentais, pois refletem a transformação da relação do aluno com o conhecimento e consigo mesmo. É imprescindível evidenciar a construção gradual da autonomia intelectual e emocional ao longo dos anos. Esse processo inicia-se no 9º ano, com o desenvolvimento de uma postura questionadora e crítica; intensifica-se no 10º ano, quando surge o desejo de testar limites e compreender conexões; amadurece no 11º ano, com a busca por significados mais profundos; e consolida-se no 12º ano, quando o aluno aplica o conhecimento de forma prática e significativa.

Com isso, é possível compreender como os planos de orientação pedagógica para o ensino de Química na pedagogia Waldorf permitem que os professores utilizem os conteúdos da disciplina para explorar o desenvolvimento de diversas habilidades nos alunos. Essa abordagem vai além da simples transmissão de conhecimento, ao promover o aprendizado integrado com habilidades práticas, reflexivas e sociais.

A seguir, apresento uma tabela que resume os conteúdos de Química abordados em cada ano escolar na pedagogia Waldorf. Ela organiza as principais atividades experimentais e conceitos ensinados, proporcionando uma visão clara e estruturada de como o currículo de Química é progressivamente construído ao longo dos anos, alinhado ao desenvolvimento dos estudantes.

Tabela 1: Conteúdo de Química na Pedagogia Waldorf do 7º ao 12º ano.

Ano	Conteúdo	Detalhes
9º ano	Revisão e aprofundamento	Revisão aprofundada dos temas do 7º e 8º ano. Desenvolvimento do raciocínio lógico.
10º ano	Leis químicas e processos avançadas	Estudo de osmose, difusão, neutralização e eletrólise. Relações de peso das substâncias e valência. Correlação com geometria e simetria.
11º ano	Sistema periódico e processos industriais	Estudo do sistema periódico como descoberta. Digestão, metabolismo, aromas, perfumes, cor e pigmentação. Produção de álcoois e éteres, extração de componentes de plantas e processamento de alimentos.
12º ano	Histórias da química e processos avançados	Revisão da história da química. Fenômenos como oxidação e redução, reações de equilíbrio, e catalisadores. Síntese orgânica avançada, tratamento de águas residuais, e petroquímica. Foco em metamorfose e bioquímica com abordagem terapêutica.

Fonte: próprio autor.

3.4 ÚLTIMAS CONSIDERAÇÕES

Concluimos nosso percurso investigativo sobre o ensino de Química na pedagogia Waldorf, buscando compreender seus fundamentos, metodologias e aplicações práticas. A análise apresentada evidencia que essa abordagem se diferencia profundamente do ensino convencional ao integrar a ciência a um processo de aprendizagem que valoriza a experiência sensorial, a contextualização histórica e a conexão entre fenômenos e sua manifestação no mundo natural.

Ao longo do capítulo 3, destacamos como a pedagogia Waldorf, fundamentada nos princípios fenomenológicos de Goethe e na antroposofia de Rudolf Steiner, propõe um ensino de Química que respeita os ritmos do desenvolvimento humano. Essa proposta enfatiza a observação cuidadosa e repetida, a relação entre o particular e o geral e a transformação do observador, possibilitando uma aprendizagem que não se limita à memorização de conceitos abstratos, mas promove um entendimento vivo e interconectado dos processos químicos.

A revisão bibliográfica realizada revelou a escassez de pesquisas focadas especificamente no ensino de Química na pedagogia Waldorf, tanto no Brasil quanto internacionalmente. Identificamos que, enquanto há estudos que exploram o ensino

de Ciências nessa abordagem, poucos aprofundam as especificidades da Química, o que reforça a necessidade de mais investigações que analisem as práticas e impactos dessa metodologia. As pesquisas revisadas apontam que a ausência de livros didáticos, a ênfase na experimentação e a relação próxima entre professor e aluno são características marcantes do ensino Waldorf, contribuindo para um aprendizado mais significativo e contextualizado.

Desse modo, encerramos este capítulo reconhecendo que a proposta de ensino de Química na pedagogia Waldorf oferece uma alternativa pedagógica singular, ao promover a construção do conhecimento a partir da vivência direta dos fenômenos, da integração com outras áreas do saber e do respeito aos processos individuais de aprendizagem. Essa abordagem amplia as possibilidades de compreensão da Química ao relacionar o ser humano, a natureza e o cosmos, revelando um caminho que valoriza tanto a formação acadêmica quanto o desenvolvimento pessoal dos estudantes.

Nos próximos capítulos, avançaremos para a metodologia utilizada na pesquisa, detalhando os procedimentos adotados para compreender a prática do ensino de Química na pedagogia Waldorf. Em seguida, examinaremos o material empírico desenvolvido durante a pesquisa, investigando como os princípios pedagógicos discutidos até aqui se manifestam na realidade educacional e quais desafios e potencialidades emergem dessa abordagem.

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

O presente capítulo aborda a caracterização da pesquisa, os procedimentos técnicos adotados e os métodos de análise que serão empregados nesta pesquisa.

4.1 ABORDAGEM DA PESQUISA

No segundo capítulo, analisamos o percurso histórico do ensino de Química no Brasil e constatamos que essa disciplina está intrinsecamente ligada à concepção de método científico adotada ao longo do tempo. Observamos que a prática experimental é indispensável para o ensino de Química, mas também identificamos que a falta de recursos e infraestrutura continua sendo um problema significativo nas escolas públicas. Essa carência compromete a qualidade do ensino e a efetividade da aprendizagem, evidenciando desafios persistentes que precisam ser enfrentados para melhorar a educação química e científica no país. Acreditamos que ao explorar perspectivas pedagógicas diferentes, possamos contribuir para refletir e superar esses desafios. Dessa forma, o objetivo principal da pesquisa é entender como os conceitos de Química são abordados e aplicados nas escolas Waldorf. Além disso, buscamos compreender de que maneira as práticas pedagógicas adotadas nas escolas Waldorf para o ensino de Química são desenvolvidas e aplicadas, considerando as percepções e compreensões dos docentes dessa disciplina.

Em virtude disso, esta pesquisa adota uma abordagem qualitativa. Conforme destacado por Gil (2021), a pesquisa qualitativa é essencialmente interpretativa, centrada em uma compreensão profunda e rica das experiências humanas. Ademais, ela enfatiza o significado atribuído pelos participantes, suas perspectivas e o contexto natural em que os fenômenos ocorrem.

Nessa perspectiva, a abordagem qualitativa se revela particularmente adequada, pois considera a relação dinâmica e intrínseca entre o mundo real e o sujeito (Silva e Menezes, 2005). Esse vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do indivíduo não pode ser traduzido em números, exigindo uma exploração profunda dos significados e interpretações que emergem dessa interação. Por isso, escolhemos essa abordagem, pois ela nos proporciona um método científico

que atende aos nossos objetivos de pesquisa, permitindo uma compreensão mais rica e detalhada das experiências e percepções dos participantes.

4.2 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

Segundo Silva e Menezes (2021), do ponto de vista dos objetivos, esta pesquisa é classificada como exploratória, pois busca aumentar a familiaridade com o problema em questão, visando torná-lo mais claro e explícito. O objetivo da pesquisa exploratória é reunir informações sobre um determinado objeto de estudo, delimitando seu campo de atuação e mapeando as condições em que esse objeto se manifesta (Severino, 2014). As técnicas utilizadas são “levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos que estimulem a compreensão” (Silva e Menezes, 2021).

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, utilizaremos como estratégia de pesquisa o estudo de caso, pois conforme mencionado no capítulo anterior existe uma escassez de bibliografia sobre o ensino de química Waldorf no Brasil. Esse método é definido como uma investigação empírica que examina um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos (Yin, 2004). Essa abordagem é particularmente adequada para esta pesquisa, pois permite uma compreensão profunda das condições contextuais que influenciam o fenômeno em estudo.

Além disso, o estudo de caso permite lidar com uma ampla variedade de evidências e explorar a complexidade e dinamicidade do contexto em que o fenômeno ocorre. Segundo Marconi e Lakatos (2017, p. 306), seu objetivo é compreender uma situação específica e descrever sua complexidade, requerendo uma investigação abrangente com múltiplas fontes de dados, como documentos, entrevistas e observações. Seu desenvolvimento é caracterizado por três fases que se interpolam: exploratória, coleta de dados e análise e interpretação sistemática de dados (Lüdke e André, 2018).

Na fase exploratória, realizamos o levantamento de dados por meio de uma busca sistemática e organizada de fontes relevantes, começando pelos materiais mais gerais e recentes e, quando apropriado, incluindo documentos clássicos. De acordo com Severino (2014), a escolha das fontes bibliográficas deve ser criteriosa, focando

em textos que abordem diretamente o tema da pesquisa, e deve ser facilitada por repertórios, boletins e catálogos especializados. Além disso, a transcrição dos dados em fichas bibliográficas é crucial para manter a organização e a acessibilidade das informações coletadas.

Nos capítulos anteriores, exploramos os princípios teóricos e práticos do ensino de química Waldorf, as características históricas do ensino de química no Brasil e a história da química. Esse desenvolvimento teórico incluiu uma variedade de fontes documentais, como teses, dissertações, artigos, documentos impressos e legais. A seleção de alguns destes documentos foi realizada por meio de uma busca nas bases de dados Scielo, Redalyc, OasisBR, BDTD, Eric, Web of Science e Scopus. Vale ressaltar que não fixamos um período para os anos de publicação, sendo realizada pesquisas também em inglês e espanhol. Toda essa parte da pesquisa foi realizada com o auxílio do setor de referências da biblioteca da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM).

Além dos documentos encontrados nas bases de dados, foi necessário buscar documentos históricos e legislativos de diversas épocas para compreender o contexto e as circunstâncias que os envolveram. Os documentos utilizados estão disponíveis na Biblioteca Brasileira Guita e José Mindlin (BBM) e no site do Planalto. Também foram utilizados livros sobre a história da química e sobre o ensino de química Waldorf. No entanto, os livros sobre química Waldorf são em alemão e inglês, devido à escassez de material produzido em língua portuguesa, conforme já descrito no capítulo anterior.

Para a coleta de dados, utilizaremos técnicas como entrevistas com professores de química do ensino médio que possuem experiência na pedagogia Waldorf e a observação das aulas de química em escolas Waldorf. Segundo Lüdke e André (2018, p.39), a entrevista permite a captação imediata e corrente da informação desejada, praticamente com qualquer tipo de informante e sobre os mais variados tópicos. Para Yin (2004, p. 81), esta fase da pesquisa em estudo de caso requer diversas habilidades, tais como a capacidade de formular perguntas eficazes, ser um bom ouvinte e demonstrar adaptabilidade e flexibilidade diante das circunstâncias. Além disso, é fundamental ter uma compreensão clara das questões em análise e manter uma postura imparcial em relação a preconceitos ou suposições prévias.

Entre os modelos de entrevista, escolhemos a entrevista semiestruturada, pois essa abordagem permite ajustes, esclarecimentos e adaptações nas perguntas, o que

a torna eficaz para a obtenção de informações ricas em detalhes e nuances. Segundo Triviños (1987, p. 146),

Podemos entender por entrevista semiestruturada, em geral, aquela que parte de certos questionamentos básicos, apoiados em teorias e hipóteses, que interessam à pesquisa, e que, em seguida, oferecem amplo campo de interrogativas, fruto de novas hipóteses que vão surgindo à medida que se recebem as respostas do informante. Desta maneira, o informante, seguindo espontaneamente a linha do seu pensamento e de suas experiências dentro do foco principal colocado pelo investigador, começa a participar na elaboração do conteúdo da pesquisa.

Em outras palavras, essa técnica de coleta de dados é baseada em um esquema fundamental, mas flexível, que permite ao entrevistador realizar adaptações conforme necessário (Lüdke; André, 2018, p. 40). Assim, elaboramos um esquema básico para a entrevista (Anexo I) com o objetivo de compreender a prática pedagógica dos professores de Química nas escolas Waldorf.

As entrevistas foram conduzidas online, utilizando o Google Meet ou uma plataforma similar, em dias e horários previamente acordados com os participantes. Todas as entrevistas foram gravadas e, posteriormente, transcritas com o auxílio de software especializado, garantindo precisão e consistência na análise dos dados coletados.

Para garantir a integridade ética dos participantes, os protocolos da pesquisa seguirão as normas estabelecidas pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFTM. Eles serão informados sobre a pesquisa por meio de convite, acompanhado do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Todos os documentos, sejam físicos ou virtuais, serão devidamente arquivados por um período de 5 (cinco) anos, após os quais serão descartados, assegurando a conformidade com as diretrizes éticas da instituição.

A técnica de observação envolve um processo detalhado e flexível, essencial para captar a complexidade das interações sociais e ambientes estudados. Segundo Gil (2017, p. 83), a observação é essencial em estudos de caso, devendo ser combinada com entrevistas e análise de documentos para uma compreensão mais completa. Dentre as modalidades de observação, escolhemos a observação não participante, na qual observei o espaço, as pessoas envolvidas, as atividades realizadas, as ações individuais, o contexto dos atos, as metas e as emoções

expressadas pelo professor durante os acontecimentos, sem realizar intervenções (Marconi; Lakatos, 2017). Segundo Gil (2021):

É uma modalidade de observação que se mostra valiosa porque possibilita estudar o comportamento das pessoas sem interferir no seu comportamento. Há comportamentos que precisam ser observados no momento em que naturalmente ocorrem. Observando, pois, como as pessoas reagem a determinados estímulos na vida real, é possível obter uma melhor compreensão dos fatores que determinam seus comportamentos.

A observação foi realizada em uma escola Waldorf no estado de São Paulo, focando na prática pedagógica do professor de Química do ensino médio. O objetivo foi descrever e interpretar suas práticas pedagógicas, além de entrar em contato direto com a realidade educacional da instituição.

Os registros das observações foram feitos em diário de campo, mais precisamente anotado em cadernos de anotações, de acordo com o apropriado. Esses documentos conterão um registro detalhado das percepções ao longo do estudo, auxiliando na articulação dos dados durante a análise. Concluindo a coleta de dados no campo, iniciaremos a análise e interpretação a partir do referencial teórico, fazendo uma comparação entre os dados obtidos nas entrevistas com os professores e as anotações registradas no diário de campo.

4.3 PARTICIPANTES DA PESQUISA

As escolas Waldorf no Brasil se inserem em um contexto histórico e pedagógico. A primeira escola Waldorf brasileira, a Escola Waldorf Rudolf Steiner, foi fundada em 1955 em São Paulo, inspirada pelas ideias de Rudolf Steiner e impulsionada por um grupo de amigos que estudavam sua filosofia (Welter, 2015, p. 29). Desde então, o movimento Waldorf cresceu significativamente no país, refletindo um compromisso contínuo com uma educação que busca o desenvolvimento integral dos alunos. Além desse crescimento notável, foram fundadas a Federação das Escolas Waldorf do Brasil (FEWB) e a Faculdade Rudolf Steiner, ambas em São Paulo (Garcia, 2022, p. 108).

De acordo com o site da FEWB, atualmente existem 97 escolas Waldorf filiadas e mais 170 em processo de filiação, distribuídas por 21 estados brasileiros. Essas escolas atendem a mais de 20.000 alunos e contam com aproximadamente 2.400

professores. Entre essas escolas, quinze oferecem o ensino médio, sendo a maioria localizada no estado de São Paulo, com dez unidades. As demais estão distribuídas em Minas Gerais, Santa Catarina, Pernambuco e Distrito Federal.

Com o objetivo de compreender as práticas pedagógicas adotadas pelos professores de Química no ensino médio das escolas Waldorf, entrei em contato com a Escola Waldorf de Ribeirão Preto, uma das unidades que oferecem essa etapa de ensino. Após a apresentação do projeto de pesquisa, o professor de Química da escola demonstrou grande interesse em compartilhar suas práticas pedagógicas e metodológicas, aceitando participar do estudo. Além disso, consegui estabelecer contato com todas as escolas Waldorf que oferecem o ensino médio, identificando outros dois professores de Química que atuam em unidades diferentes e que também aceitaram participar da pesquisa.

A Escola Waldorf de Ribeirão Preto foi escolhida como campo de pesquisa por oferecer o ensino médio, estar situada em uma localidade próxima à minha cidade e, principalmente, por ter acolhido e aceitado a realização do estudo. Durante a pesquisa, foi possível conhecer a história da instituição, que remonta ao ano de 1978, quando foram formadas as primeiras turmas da pré-escola, baseadas nos princípios da educação ativa. Conforme as informações disponibilizadas no site da instituição, desde o início, os elementos artísticos aliados ao desenvolvimento das potencialidades intelectuais, criativas, sociais e morais dos adolescentes constituíram os pilares da prática pedagógica. Essa abordagem inicial abriu caminho para a adoção definitiva da pedagogia de Rudolf Steiner, consolidando-se nos anos seguintes.

Em 1983, iniciaram-se os estudos sobre a pedagogia Waldorf, e, dois anos depois, foram implantadas as primeiras classes do ensino fundamental, marcando o início da aplicação prática dos princípios dessa abordagem pedagógica. Demonstrando comprometimento com a formação continuada, o corpo docente participou, em 1986, de um curso sobre o “Desenvolvimento do Homem” na Escola Rudolf Steiner, em São Paulo, além de realizar estágios na Escola Micael, também localizada na capital paulista. Esses eventos foram determinantes para que a escola passasse a se orientar, de forma definitiva, pelos princípios da pedagogia Waldorf.

Ainda de acordo com o site da escola, a chegada do casal Ítalo e Leonore Bertalot a Ribeirão Preto, em 1989, trouxe apoio contínuo ao projeto educacional em desenvolvimento. Nesse mesmo período, teve início o Seminário Itinerante, que reuniu professores de escolas Waldorf de diversas regiões do Brasil. Essa iniciativa

desempenhou um papel fundamental na consolidação da formação docente dentro da pedagogia Waldorf, reforçando o compromisso com os princípios e práticas dessa abordagem educacional.

Dessa forma, a pesquisa contou com a participação de três professores de Química, que contribuíram para responder à questão norteadora do estudo. Abaixo, apresento uma tabela com a identificação dos sujeitos selecionados.

Tabela 2: Os sujeitos da pesquisa.

Sujeitos	Nomes fictícios
Professores de Química Waldorf	Davi; Daniel; Yasmin

Fonte: Próprio autor.

4.4 ANÁLISE DOS DADOS

Para analisar as informações documentais, seguimos com a diretriz de Bacellar (2008, p. 63), que destaca a importância de formular perguntas básicas e essenciais na pesquisa documental, como: em quais condições o documento foi elaborado? Com que finalidade? Quem o produziu? Essas perguntas possibilitaram buscas que se estenderam além do conteúdo dos documentos, contribuindo significativamente para o conhecimento histórico. Além disso, realizamos uma análise detalhada dos textos presentes nesses documentos para interpretar seu conteúdo de forma aprofundada.

Conforme ressaltam Marconi e Lakatos (2017, p. 37), “a análise de um texto refere-se ao processo de conhecimento de determinada realidade e implica o exame sistemático de seus elementos”. O objetivo dessa análise é realizar um estudo abrangente, identificando os componentes essenciais do documento e as principais conexões entre eles. Isso envolve examinar as relações entre os elementos de um conjunto, decompor os componentes fundamentais e classificá-los de maneira sistemática. Esse processo analítico foi essencial para compreender o percurso histórico do ensino de química no Brasil, o ensino idealizado por Rudolf Steiner e auxiliar na coleta de dados empíricos da pesquisa.

Após a coleta de dados, as entrevistas foram registradas e transcritas integralmente incluindo hesitações, risos, silêncio, bem como estímulos do entrevistador. Bardin (2011) destaca que para explorar um material qualitativo rico e complexo como as entrevistas, é importante realizar uma análise que permita extrair

e interpretar de forma sistemática e objetiva os significados presentes no material verbal coletado, como a análise de conteúdo. Para Bardin essa abordagem envolve um conjunto de técnicas para examinar comunicações, permitindo uma análise detalhada e sistemática (Bardin, 2011, p. 37). Assim, para a análise desse material, será seguido o método proposto por Bardin (2011), que orienta uma abordagem cuidadosa para explicitar a organização dos dados. Nesse sentido, todas as fases da análise de conteúdo foram realizadas, iniciando pela pré-análise, seguida da exploração do material e, por fim, o tratamento dos resultados.

A pré-análise consiste na organização do material a ser analisado, com o objetivo de torná-lo operacional e sistematizar as ideias iniciais. Segundo Bardin (2011, p.125), “esta primeira fase possui três missões: a escolha dos documentos a serem submetidos à análise, a formulação das hipóteses e dos objetivos e a elaboração de indicadores que fundamentem a interpretação final.” Para atingir esses objetivos, essa etapa envolve a realização de cinco procedimentos: a leitura flutuante, a constituição do corpus, a formulação dos objetivos, a referenciação e enumeração dos indicadores, e a preparação do material.

Nessa fase, será realizada a leitura individual das transcrições de cada entrevista, com o objetivo de estabelecer um contato inicial com os documentos a serem analisados. Em seguida, o corpus será definido com base na questão norteadora da pesquisa e nos objetivos previamente estabelecidos, de modo a selecionar os dados relevantes para a análise. Após esse processo, será formulada a hipótese a ser verificada por meio dos procedimentos de análise. Os procedimentos de enumeração e preparação do material serão adotados inicialmente para organizar os dados coletados e, principalmente, garantir a confidencialidade dos entrevistados, conforme descrito no código de ética.

A fase seguinte, denominada exploração do material, consiste na descrição analítica, que se refere ao estudo aprofundado do corpus, orientado pela questão norteadora da pesquisa e pelos referenciais teóricos. Conforme descrito por Bardin (2011, p.131), “esta fase, longa e fastidiosa, consiste essencialmente em operações de codificação, decomposição ou enumeração, em função de regras previamente formuladas.” Esse processo requer um trabalho meticuloso para extrair, do corpus, as unidades de contexto e de registro, que servirão posteriormente para a criação das categorias de análise.

Nessa etapa da pesquisa, com base nas perguntas da entrevista semiestruturada, serão criadas as unidades de contexto e registro a partir dos depoimentos de cada entrevistado. De acordo com Puglisi e Franco (2005, p. 37-43), a unidade de contexto representa a parte mais ampla do conteúdo a ser analisado, enquanto a unidade de registro corresponde à menor parte do conteúdo. Em outras palavras, das falas dos entrevistados são extraídas as unidades de contexto e, dessas unidades, são extraídas as unidades de registro.

Esse processo será realizado por meio de tabelas de categorização, com o objetivo de facilitar a organização e, posteriormente, iniciar a próxima fase: o tratamento dos resultados. Essa última etapa é caracterizada pelo momento de intuição, análise reflexiva e crítica do pesquisador, em que serão apresentadas as inferências e realizadas as interpretações, alinhadas ao referencial teórico e aos objetivos propostos. Nessa fase, será realizado o movimento dialógico entre as categorias de análise, com o auxílio de exemplos extraídos do corpus textual.

No próximo capítulo, será apresentada a análise do material empírico, descrevendo cada uma das fases da análise e destacando as interpretações e reflexões fundamentadas nos dados coletados com referencial teórico.

5 DISCURSOS DOS PROFESSORES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA NO CONTEXTO DA PEDAGOGIA WALDORF

Este capítulo apresenta a avaliação das informações coletadas no estudo, cujo propósito é compreender como os princípios químicos são abordados e implementados nas escolas Waldorf. A partir de uma análise de conteúdo, buscamos identificar e interpretar os elementos emergentes das práticas pedagógicas observadas e dos relatos dos professores, situando-os dentro do contexto teórico. Após um estudo inicial sobre o ensino de ciências na pedagogia Waldorf, avançamos para a investigação das principais características do ensino de Química no ensino médio. O objetivo é compreender de que maneira essa disciplina pode ser ressignificada dentro da proposta pedagógica fundamentada nos trabalhos de Rudolf Steiner. Com essa perspectiva, passamos agora à análise de conteúdo, explorando a percepção dos docentes sobre sua própria atuação no ensino de Química nas escolas Waldorf.

A análise teve início com a identificação das unidades de registro, seguida pela definição das categorias de análise. O primeiro passo consistiu em uma leitura flutuante do material coletado, permitindo um contato inicial mais intuitivo com os dados. Esse processo possibilitou a organização das unidades de registro a partir das primeiras impressões extraídas das entrevistas, sempre em consonância com a pergunta da pesquisa.

Esse momento inicial de análise proporcionou uma aproximação mais profunda com os dados, permitindo identificar tanto elementos comuns entre os entrevistados quanto aspectos particulares de cada trajetória. A partir dessa imersão, foram construídas as categorias representativas, estruturadas com base nas unidades de registro e orientadas pelos objetivos da pesquisa e pelo referencial teórico. Esse cuidado assegurou a coerência entre a fundamentação teórica e os achados empíricos.

As categorias apresentadas a seguir refletem dois eixos centrais dos indicadores empíricos sobre o ensino de Química nas escolas Waldorf. Mais do que simplesmente descrever a experiência docente nesse contexto, a análise busca situá-la dentro dos debates mais amplos sobre a formação e a prática do ensino de Química no ensino médio. Dessa forma, esta seção assume um papel simbólico, apresentando,

em cada categoria final, um espaço para a reflexão sobre as especificidades e desafios desse modelo pedagógico.

A primeira categoria final, intitulada “Da descoberta dos princípios do ensino de ciências Waldorf à metamorfose do docente”, está diretamente relacionada ao referencial teórico deste estudo, que busca compreender o ensino de Química dentro da pedagogia Waldorf. A análise das entrevistas revelou que os professores passaram por uma transformação significativa ao longo de suas trajetórias, saindo de uma formação convencional para a adoção da abordagem fenomenológica de Goethe e Steiner. Esse processo envolveu desafios metodológicos, adaptação na experimentação e uma ressignificação do papel do professor, que passa a atuar como mediador da experiência sensível antes da introdução dos conceitos abstratos. A primeira parte deste capítulo explora essa transição, destacando as reconfigurações na concepção do ensino de Química e os desafios enfrentados nessa mudança.

A segunda categoria final, “Da observação à busca da genuína vontade de compreender”, analisa as dificuldades encontradas no engajamento e na concentração dos alunos dentro da pedagogia Waldorf, abordando questões como a distração digital, a ansiedade e a heterogeneidade das turmas. Discute-se como o método Waldorf busca contrabalançar esses desafios por meio de atividades reflexivas, manuais e artísticas, ao mesmo tempo em que enfrenta limitações, como a dificuldade de aprofundar experimentos e adaptar práticas laboratoriais. Por fim, ressalta-se o alinhamento da abordagem Waldorf com a formação integral dos alunos, apesar das demandas contemporâneas.

Para valorizar as singularidades de cada entrevista, estruturamos um diálogo entre os docentes entrevistados, destacando suas perspectivas sobre a prática educacional nas escolas Waldorf. Entendemos que a discussão dentro de cada categoria final abre um campo relevante para o estudo do ensino de Química no ensino médio Waldorf, promovendo reflexões que podem ser aprofundadas tanto na prática docente quanto em pesquisas futuras. Essa abordagem permite novos olhares sobre o ensino de Química, contribuindo para avanços teóricos na área e ampliando as possibilidades pedagógicas da disciplina na contemporaneidade.

Além disso, para garantir o anonimato dos(as) professores(as) entrevistados(as), utilizamos nomes fictícios para identificá-los a partir deste ponto: Davi, Daniel e Yasmin. Também tomamos o máximo cuidado ao tratar informações

biográficas que pudessem comprometer sua privacidade, garantindo que a análise de conteúdo preservasse suas identidades sem prejuízo para a interpretação dos dados.

Antes de avançarmos para a análise das categorias, é essencial compreender a trajetória acadêmica e profissional dos professores entrevistados, uma vez que suas experiências influenciam diretamente suas percepções sobre o ensino de Química na pedagogia Waldorf.

Davi iniciou sua formação em Química na USP de Ribeirão Preto, onde se graduou como bacharel com atribuições tecnológicas. Durante a graduação, envolveu-se com pesquisa científica, o que o levou a concluir mestrado e doutorado em Química Inorgânica. Paralelamente, desde o primeiro ano da faculdade, desenvolveu um forte vínculo com a educação ao participar do Projeto Conexão, uma iniciativa inovadora voltada para metodologias alternativas de ensino. Esse envolvimento despertou seu interesse pelo magistério, levando-o a ingressar na docência, mesmo sem, inicialmente, possuir formação em licenciatura.

Com experiência em cursos pré-vestibulares e em escolas da região, ingressou em sua atual instituição há cerca de 16 anos, motivado pela busca de uma escola de qualidade para seu filho. Ao se candidatar à vaga de professor de Química na escola Waldorf, foi contratado e, desde então, aprofundou-se na metodologia dessa abordagem. Seu interesse pela educação e sua visão crítica o levaram a reformular a disciplina de Tecnologia, promovendo uma abordagem interdisciplinar mais alinhada aos princípios científicos e pedagógicos da escola. Além de lecionar Química e Tecnologia, também assumiu a disciplina de Marcenaria, encarando o desafio de integrar a prática manual ao currículo Waldorf. Com o passar dos anos, exerceu diferentes funções dentro da instituição, incluindo a de professor tutor e, mais recentemente, a de membro da diretoria pedagógica, ampliando sua compreensão sobre os processos administrativos e educativos da escola.

A trajetória de Yasmin seguiu um percurso diferente. Formada em Farmácia e Bioquímica pela USP, teve seu primeiro contato com a antroposofia e o pensamento de Rudolf Steiner ainda na graduação, especialmente por meio do Goetheanismo³¹.

³¹ São cursos e workshops que buscam introduzir, de forma sintética, os princípios da fenomenologia de Goethe, mas o conceito de Goetheanismo, conforme desenvolvido por Rudolf Steiner, possui uma profundidade que vai muito além de uma abordagem metodológica. Wolfgang Schad destaca que o Goetheanismo não é apenas uma forma de observar a natureza, mas um impulso cultural e epistemológico que estabelece uma ponte entre a ciência e a compreensão humana. Schad (2002, p. 2) afirma que *"Goetheanism has a mediating role on the boundary between the understanding of nature and the capacity for culture"*, expressão que pode ser determinada como *"O Goetheanismo exerce um*

Inicialmente, sua carreira seguiu na área farmacêutica, tornando-se homeopata. No entanto, há 33 anos, participou da fundação de uma escola Waldorf, que começou como um jardim de infância e, gradualmente, expandiu-se até o ensino médio. Foi nesse ambiente que descobriu sua vocação para o ensino de Química, encantando-se com a abordagem fenomenológica adotada nessa pedagogia. Durante mais de 20 anos, lecionou Química na Escola Waldorf Arcanjo Micael, em Poá, São Paulo, priorizando a observação dos processos de transformação antes da introdução de teorias e fórmulas abstratas.

Além de sua atuação como professora, Yasmin é coordenadora do Grupo de Ciências Waldorf do Brasil, uma iniciativa pioneira que há 16 anos promove a formação de professores na área de ciências dentro da pedagogia Waldorf. Com o apoio de educadores brasileiros e estrangeiros, o grupo realiza cursos e formações continuadas para capacitar novos docentes. Atualmente, dedica-se à preparação de professores, ministrando oficinas e contribuindo para a disseminação do ensino de ciências dentro da abordagem antroposófica, em parceria com a Sessão de Ciências Naturais da Sociedade Antroposófica no Brasil.

Daniel, por sua vez, sempre teve a educação como foco central de sua trajetória profissional. Licenciado em Química pela USP, desde o início da graduação seu objetivo era atuar como professor. Atualmente, aprofunda seus estudos cursando disciplinas do programa de pós-graduação em Ensino de Ciências na USP, com planos de ingressar formalmente no mestrado no próximo ano. Sua experiência docente teve início como estagiário em uma escola convencional, mas foi ao ingressar no Colégio Micael, em São Paulo, como estagiário de Matemática, que teve seu primeiro contato com a pedagogia Waldorf. Essa vivência despertou seu interesse pela abordagem, levando-o a aprofundar seus estudos em antroposofia e ensino Waldorf.

papel mediador na fronteira entre a compreensão da natureza e a capacidade de desenvolver cultura", enfatizando sua relevância tanto para a ciência quanto para a educação e a espiritualidade. Schad também ressalta que o termo não deve ser compreendido como uma ideologia fechada ou um 'ismo' no sentido convencional, mas como uma perspectiva que busca integrar a experiência sensível com a dimensão espiritual do conhecimento. Segundo Schad (2002, p. 7), "*Goetheanism is not old, because the spirit of Goethe lives on and is still unfolding, and is different year on year*", expressão que pode ser determinada como "*O Goetheanismo não é algo antigo, pois o espírito de Goethe continua vivo e em constante evolução, revelando-se de novas formas a cada época*". Assim, embora os cursos e workshops possam oferecer uma introdução, eles não capturam plenamente a profundidade desse conceito, que se manifesta como um impulso cultural e epistemológico contínuo, exigindo do indivíduo um envolvimento ativo e transformador na construção do conhecimento.

Ao longo dos anos, Daniel participou ativamente de diversas edições do Grupo de Ciências Waldorf, consolidando sua atuação na área e seu compromisso com a formação continuada dentro dessa perspectiva educacional. Seu percurso reflete o interesse em integrar os conhecimentos científicos à abordagem fenomenológica proposta por Steiner, garantindo que sua prática docente esteja alinhada aos princípios da pedagogia Waldorf.

Compreendidas as trajetórias dos professores entrevistados, podemos agora iniciar a análise das categorias, aprofundando a investigação sobre as experiências e percepções desses docentes no ensino de Química dentro das escolas Waldorf.

5.1 DA DESCOBERTA DOS PRÍNCÍPIOS DO ENSINO DE CIÊNCIAS WALDORF À METAMORFOSE DO DOCENTE

Esta categoria examina o processo de transformação que os professores licenciados em Química no Brasil atravessam ao ingressar na pedagogia Waldorf. A partir da análise de suas experiências, investigamos como ocorre a transição do ensino convencional para a abordagem fenomenológica, que exige uma mudança profunda na percepção da ciência e na prática docente. Esse percurso envolve a descoberta dos fundamentos do ensino de ciências na pedagogia Waldorf e a resignificação da identidade profissional. Ao longo dessa jornada, os professores passam por um processo de adaptação que não apenas transforma sua metodologia de ensino, mas também redefine sua relação com o conhecimento científico e com os alunos.

O processo de transição para a pedagogia Waldorf não ocorre de forma instantânea, mas sim como um processo gradual de descoberta e aprofundamento. Os relatos dos docentes de Química que atuam nesse contexto revelam como essa transformação se dá na prática, evidenciando os desafios, as adaptações metodológicas e o desenvolvimento de uma nova perspectiva educacional baseada na fenomenologia de Goethe e nos princípios estruturados por Rudolf Steiner.

Essa dinâmica de transformação docente dialoga com as discussões mais amplas sobre a formação de professores, um tema amplamente explorado na literatura educacional. Nóvoa (1992) argumenta que a identidade docente se constrói na interseção entre a experiência prática e a formação teórica, o que se reflete no

percurso dos professores que ingressam na pedagogia Waldorf. Ao transitar de uma formação acadêmica convencional para uma abordagem fenomenológica, esses docentes vivenciam um processo contínuo de reconfiguração profissional, no qual o aprendizado ocorre não apenas por meio do estudo teórico da filosofia de Rudolf Steiner e da fenomenologia de Goethe, mas também pela imersão prática no cotidiano da escola Waldorf. Esse envolvimento direto com a metodologia permite que os professores experimentem e internalizem gradualmente os princípios desse modelo educacional, ajustando sua prática docente a uma nova compreensão do ensino de ciências.

Anastasiou e Pimenta (2010) ampliam essa perspectiva ao destacar que a docência vai além da simples transmissão de conteúdos, sendo um processo contínuo de reflexão e ressignificação do conhecimento. Essa ideia se alinha diretamente à transição dos professores entrevistados, que, ao longo de sua adaptação à pedagogia Waldorf, não apenas revisam seus métodos, mas também transformam suas concepções sobre o ensino de Química. A ênfase na observação fenomenológica e na experimentação sensível exige que o professor abandone uma postura instrucionista e passe a atuar como mediador do conhecimento, estimulando o pensamento investigativo dos alunos. Esse processo de ressignificação reflete uma mudança não apenas metodológica, mas também epistemológica, na qual a construção do conhecimento se dá por meio da experiência direta e da interação com os fenômenos naturais, em oposição a um ensino baseado exclusivamente na abstração teórica.

No entanto, quando observamos a formação docente sob a ótica da pedagogia Waldorf, percebemos que ela segue um percurso distinto daquele predominante na educação convencional. Enquanto essa abordagem enfatiza a construção da identidade do professor por meio da articulação entre teoria e prática dentro dos moldes acadêmicos, a pedagogia Waldorf propõe um caminho de desenvolvimento fundamentado na vivência sensível, na fenomenologia e em uma concepção ampliada do papel do educador. Diferente do modelo convencional, que tende a estruturar o ensino com base na transmissão de conhecimento previamente estabelecido, a pedagogia Waldorf coloca a experiência subjetiva e a interação com os fenômenos naturais no centro do aprendizado. Dessa forma, a pedagogia Waldorf se destaca ao valorizar o caráter investigativo e dinâmico da prática docente, promovendo uma

formação que estimula a ação, a criatividade e a autoconsciência, elementos essenciais para o desenvolvimento do professor dentro desse contexto educacional.

Nesse sentido, a transição para o ensino Waldorf se torna um marco na trajetória dos docentes, exigindo deles novas formas de compreender e conduzir o aprendizado. A partir da análise das entrevistas, foi possível identificar recorrências temáticas e elementos discursivos que revelam essa descoberta e adaptação dos professores ao novo paradigma educacional. Algumas palavras e expressões emergem da fala de Davi, Yasmin e Daniel como marcadores desse processo: “descoberta”, frequentemente associada ao primeiro contato com essa abordagem pedagógica, indicando surpresa e transformação; “adaptação”, utilizada para descrever o período de transição para o novo método de ensino; “fenomenologia” e “observação”, mencionadas na reflexão sobre a didática e o papel da experiência sensível no ensino; “autonomia”, presente tanto na perspectiva sobre a prática docente quanto na construção da identidade profissional; “educação convencional” e “metodologia Waldorf”, comumente contrastadas, reforçando a percepção de mudança de paradigma; e, por fim, “experimentação” e “vivência”, enfatizadas como aspectos essenciais para a construção do conhecimento dentro da pedagogia Waldorf.

Aproximando-se das vivências educacionais dos entrevistados no início de suas trajetórias como docentes, tornam-se evidentes as especificidades do ensino de ciências nas escolas públicas e privadas não Waldorf. A análise teórica deste estudo amplia essa perspectiva, permitindo compreender tanto a identidade do ensino de Química quanto a inserção da fenomenologia na educação Waldorf. Os relatos dos professores dialogam diretamente com os referenciais teóricos apresentados no terceiro capítulo deste trabalho, evidenciando três aspectos centrais:

(i) A pedagogia Waldorf busca transformar o ensino de Química ao integrar a observação fenomenológica dos processos químicos, permitindo que os alunos construam significados a partir da experiência sensível, conforme discutido por Julius (1992) e Wunderlin (2018).

(ii) O ensino de ciências Waldorf enfatiza a necessidade de respeitar o desenvolvimento cognitivo dos alunos, iniciando o aprendizado com fenômenos observáveis e conduzindo-os gradualmente ao pensamento teórico, como propõe Kolisko (2013).

(iii) O currículo Waldorf segue um percurso inverso ao da educação convencional, partindo da observação direta da natureza antes da introdução de conceitos abstratos. Esse processo respeita o desenvolvimento dos adolescentes e jovens e promove uma aprendizagem conectada à realidade, como demonstrado nos trabalhos de Mitchell (2012) e Steiner (1919).

Além disso, como visto na introdução deste capítulo, os professores tiveram uma formação inicial fundamentada em um ensino que enfatiza a comprovação experimental da teoria, o enfoque conteudista e a ausência de estímulo à autonomia do pensamento dos alunos. No entanto, esse modelo, cuja evolução e características foram discutidas no Capítulo 2, serviu como referência para os entrevistados refletirem sobre as diferenças entre essa abordagem e a pedagogia Waldorf, que também passaram a vivenciar. Essa experiência inicial foi fundamental, pois permitiu compreender os desafios e transformações enfrentados durante a transição, bem como o impacto dessa mudança na construção de suas identidades profissionais dentro da proposta fenomenológica.

Outro aspecto que emergiu da análise das trajetórias dos professores entrevistados é que, apesar de percursos distintos e experiências prévias no ensino convencional, seus caminhos convergiram para a pedagogia Waldorf por diferentes motivações: um buscava uma educação diferenciada para seus filhos; outro foi influenciado pelo contato com a antroposofia e o goetheanismo como formação continuada; e um terceiro desejava transformar o ensino de ciências por meio de uma abordagem mais experiencial e humanizada. No entanto, a dedicação à educação foi uma constante para todos, ainda que a transição para a pedagogia Waldorf tenha ocorrido de maneiras variadas.

Nesse contexto o processo de formação continuada desempenhou um papel fundamental nesse processo. A mudança para a pedagogia Waldorf exigiu um reposicionamento dos docentes em relação ao ensino de Química. Como destacado em um dos relatos, a experiência inicial com os experimentos revelou uma discrepância entre a abordagem convencional, pautada na comprovação de teorias, e a abordagem fenomenológica, na qual a observação precede a explicação conceitual. Essa transformação foi impulsionada por formações complementares e pela troca de experiências com outros docentes da rede Waldorf.

O relato de Davi exemplifica essa transição. Inicialmente, ele começou a dar aulas seguindo sua própria metodologia, alinhada à formação das universidades

brasileiras. A escola Waldorf, por sua vez, reconheceu esse ponto de partida e proporcionou um ambiente de adaptação progressiva, permitindo que ele conhecesse e incorporasse a abordagem Waldorf gradualmente. Seu depoimento ilustra como muitos professores ingressam nessa pedagogia sem ter um conhecimento prévio profundo sobre seus princípios:

Mas quando eu cheguei, falaram para mim o seguinte: ‘Davi, você começa dando aula do jeito que você dá aula em qualquer outro lugar. Aula tradicional, pode dar aula do seu jeito, só que a escola tem uma proposta, você precisa ir estudando. A gente vai conversando com os colegas, vai entendendo como funciona, e aí a orientação foi essa: começa dando sua aula, mas vai entendendo como funciona, e aí você vai transicionando a sua aula para a Pedagogia Waldorf’. E logo que eu entrei, teve um encontro de ciências, que é como se fosse uma formação continuada. Não é nada institucionalizado, é um grupo de professores que monta esse encontro, e professores de escolas Waldorf participam. Aí eu fui nesse encontro, e nesse encontro eu entendi como os experimentos são feitos. (Davi)

Eu mandei o currículo, mas eu não sabia muito bem o que era Pedagogia Waldorf. Eu fui descobrindo, na verdade, o que era Pedagogia Waldorf já dentro da escola. Então, eu comecei como estagiário, fiquei um ano e meio estagiário. E aí fui descobrindo essa abordagem na prática, no dia a dia. Depois, fui estudar, fiz curso de noções básicas da pedagogia Waldorf, participei do Grupo de Ciências Waldorf – já participei de cinco edições, se não me engano. Então, fui descobrindo esse estudo constante. (Daniel)

A transição para a abordagem Waldorf foi gradual para todos os entrevistados. Inicialmente, muitos ainda mantinham elementos do ensino convencional, mas, com o tempo, passaram a integrar a fenomenologia às aulas. Para isso, investiram em formações complementares, como os encontros de ciências específicos para professores da rede Waldorf. O Grupo de Ciências Waldorf do Brasil surgiu justamente da necessidade de preparar professores brasileiros para lecionarem ciências dentro dessa abordagem, conforme relatado por Yasmin:

Bom, primeiro, não fui eu sozinha. Foi um grupo de professores – da área de história, de física, de geografia – e nós fundamos esse grupo há 16 anos com a ajuda de um professor alemão. Ele trabalhava com formação e viu, aqui no Brasil, a possibilidade de professores se aprofundarem para preparar outros professores para lecionarem ciências. Então, esse é o Grupo de Ciências Waldorf. Ele tem um site³², se você procurar. Normalmente, dá pelo menos um a dois cursos por ano e trabalha também com formações continuadas, dependendo da disponibilidade e da demanda. (Yasmin)

³² Conforme apresentado por Yasmin, mais informações sobre o Grupo de Ciências Waldorf podem ser encontradas no site: <https://www.gcwbr.com.br/>.

Essa estrutura formativa tem um papel essencial no suporte aos professores em transição para esse modelo pedagógico, proporcionando um aprofundamento nos princípios antropológicos e fenomenológicos que fundamentam a prática docente nas escolas Waldorf. Além disso, reforça a importância da formação continuada e do compartilhamento de experiências pedagógicas entre os docentes, alinhando-se à perspectiva de Anastasiou e Pimenta (2010) sobre a identidade profissional construída coletivamente independentemente do método pedagógico.

Conforme apresentado no Capítulo 3, a pedagogia Waldorf se fundamenta na fenomenologia de Goethe, que propõe um método de observação direta dos fenômenos, enfatizando a experiência e a percepção antes da formulação de conceitos abstratos (Paschen, 2010). Essa abordagem, aplicada principalmente ao ensino de ciências, exige que os professores adotem um papel investigativo, no qual a observação e a interpretação dos fenômenos ocupam um lugar central na construção do conhecimento. Esse aspecto se conecta diretamente ao relato do professor Davi, que percebeu que os experimentos em sala de aula não deveriam apenas comprovar teorias, mas provocar observações e reflexões nos alunos.

Nesse encontro de ciências que eu fui, encontrei um dos professores que davam aulas como amostra para os outros professores verem e discutirem. Então, o professor de química apresentava uma aula real, um trecho da aula, e depois discutíamos sobre ela. Achei muito interessante. Isso aconteceu no terceiro mês que eu estava na escola, então foi logo no início, e eu já percebi que era algo muito diferente. Para mim, experimento era algo que se fazia para comprovar a teoria – foi assim que fui educado. Mas quando tentei aplicar isso com a turma, não funcionou. Preparei uma aula completa de titulação, montei todos os equipamentos para os alunos manipularem, mas a aula foi um desastre. Mesmo com explicações prévias e um procedimento a seguir, eles pareciam não entender o que fazer. Em qualquer outra escola, essa teria sido uma aula excelente, mas aqui não funcionou. Eu me perguntei: ‘O que está acontecendo? Que lugar é esse?’ Foi nesse encontro que compreendi que os experimentos não eram feitos dessa forma. Primeiro, era o professor quem executava; os alunos apenas observavam. Além disso, o experimento vinha antes da teoria, sendo apresentado como uma problematização para que os alunos buscassem explicá-lo. (Davi).

A partir dessa experiência vivida por Davi, percebe-se que o contato com um método pedagógico diferente pode gerar estranhamento e resistência, mas também despertar curiosidade e reflexão. Ele identificou que sua abordagem inicial, alinhada ao ensino convencional, não produziu o efeito esperado entre os alunos da escola Waldorf. Essa experiência levanta um questionamento relevante: será que todos os professores, ao se depararem com um modelo de ensino tão distinto, reagiriam como

Davi? É possível que alguns profissionais rejeitassem essa nova perspectiva, recusando-se a reavaliar suas concepções pedagógicas. No entanto, Davi acolheu a diferença, questionando seus próprios métodos e buscando compreender a lógica do ensino Waldorf.

Essa reflexão também evidencia um desafio dentro da pedagogia Waldorf: a necessidade de um compromisso contínuo com a formação docente. Para atuar nesse modelo, o professor precisa estar disposto a revisar constantemente suas práticas e continuar estudando, o que nem todos os licenciados em Química estão dispostos a fazer. O fato de Davi, Yasmin e Daniel terem permanecido na pedagogia Waldorf indica que possuíam o perfil necessário para lidar com a novidade, aceitando o desafio de aprender e transformar sua prática. Esse aspecto pode ser um fator determinante para a permanência e adaptação dos docentes dentro desse modelo educacional.

Os fundamentos teóricos da fenomenologia de Goethe oferecem um suporte essencial para compreender essa transição. Essa abordagem enfatiza que o conhecimento deve emergir de um envolvimento ativo e investigativo, no qual a observação atenta dos fenômenos precede qualquer explicação teórica. Ademais, Kranich (1998) exemplifica essa concepção ao demonstrar como a fenomenologia pode ser aplicada na análise de substâncias, como o enxofre e o cristal de rocha, permitindo que os alunos desenvolvam um olhar investigativo sobre a Química. Esse princípio teórico fundamenta a experiência de Davi, que, ao perceber as limitações da abordagem convencional baseada na comprovação de teorias, começou a reformular sua prática.

A transição para esse novo método tornou-se mais clara quando Davi testou uma abordagem inspirada no encontro de ciências do qual participou. Em vez de antecipar conceitos e seguir uma estrutura rígida, ele passou a utilizar os experimentos como ponto de partida para a reflexão, permitindo que os alunos construíssem conhecimento de forma autônoma.

Quando voltei do encontro, decidi testar essa abordagem. Escolhi um experimento simples: o experimento da vela. Queria falar de combustão, então usei aquele clássico: colocar uma vela acesa em um prato com água e tampá-la com um copo. A vela apaga, e a água sobe. Fiz exatamente como vi no encontro: sem explicações iniciais, apenas executei o experimento e escondi o material antes de começar a conversa com os alunos. O que me surpreendeu foi o impacto. Para mim, era um experimento banal, algo que todos já tinham visto, e eu estava cético. Mas os alunos ficaram hipnotizados. Eles observaram atentamente cada detalhe, notaram aspectos que nem eu havia percebido. Quando escondi o experimento e começamos a conversar,

surgiram tantas hipóteses e interpretações que fiquei impressionado. Eu não precisei ‘explicar’ combustão – eles chegaram à compreensão por si mesmos. Esse experimento mudou completamente minha forma de conduzir aulas práticas. (Davi)

Essa experiência demonstra como a pedagogia Waldorf não apenas altera a forma como o professor conduz a aula, mas também transforma o papel do estudante no processo de aprendizagem. O método fenomenológico convida os alunos a desenvolverem uma relação ativa com os fenômenos, promovendo a autonomia do pensamento científico e a construção do conhecimento a partir da experiência direta. Davi, ao perceber essa mudança, não apenas se adaptou à nova abordagem, mas também passou a enxergar os experimentos não como um meio de validação de conceitos prévios, mas como um caminho para estimular o olhar investigativo dos alunos.

A expressão *“Para mim, era um experimento banal”* evidencia um aspecto comum na experiência docente: muitas vezes, professores chegam à sala de aula com amplo conhecimento teórico, o que, em tese, deveria ser um pré-requisito essencial para o ensino. No entanto, essa mesma bagagem de conhecimento pode levá-los a subestimar a experiência do aluno, esquecendo que, para muitos estudantes, aquele é o primeiro contato com determinados fenômenos. O relato de Davi ilustra essa mudança de perspectiva. Ao se deparar com a reação dos alunos, ele percebeu que a familiaridade com o conteúdo o fazia não notar detalhes que os estudantes, por sua postura investigativa, conseguiram identificar. Esse aspecto fica evidente na seguinte fala: *“Eles observaram atentamente cada detalhe, notaram aspectos que nem eu havia percebido.”* (Davi)

Nesse momento de descoberta revela-se uma inversão na dinâmica convencional de ensino, na qual o professor não é o único detentor do conhecimento, mas sim um mediador do processo investigativo dos alunos. O desfecho da experiência reforça essa ideia: *“mesmo sem uma explicação conceitual prévia, os estudantes chegaram à compreensão do fenômeno por si mesmos”*. O professor, por sua vez, passou a reavaliar seu papel e sua prática pedagógica, entendendo que o aprendizado não ocorre apenas pela exposição teórica, mas pela interação ativa com os fenômenos.

Essa vivência insere-se dentro do conceito de professor reflexivo, desenvolvido por Schön (1983), que se torna essencial para compreender essa transição. Schön

introduziu a ideia do praticante reflexivo, enfatizando a importância de os professores analisarem criticamente suas próprias experiências e práticas para aprimorar seus métodos de ensino. Esse processo foi claramente vivenciado por Davi, que, ao perceber a ineficácia de sua abordagem inicial, passou por um momento de auto-observação e autorreflexão, transformando sua prática. Sua experiência demonstra como a pedagogia Waldorf exige do professor um olhar investigativo e adaptável, permitindo que o professor desenvolva sua prática docente continuamente para atender às necessidades dos alunos e ao propósito do ensino fenomenológico.

Outro aspecto central no relato de Davi é a interação entre sujeito e objeto, evidenciada tanto no envolvimento dos alunos com o fenômeno apresentado quanto na relação do professor com sua prática pedagógica. De acordo com Vygotsky (1934), o aprendizado ocorre por meio da interação entre sujeito e objeto, sendo o contexto social e cultural um elemento essencial para a construção do conhecimento. A pedagogia Waldorf reforça esse princípio ao priorizar a experiência sensorial e a observação antes da formalização teórica, permitindo que o estudante desenvolva um olhar investigativo e uma compreensão mais profunda dos fenômenos naturais.

No experimento da vela, esse princípio se manifesta de forma clara: os alunos, ao observarem atentamente o fenômeno sem uma explicação prévia, constroem ativamente seu entendimento, formulam hipóteses e identificam detalhes que o próprio professor não havia notado, desenvolvendo um pensamento autônomo. Esse momento leva a uma reflexão mais ampla sobre os diferentes modelos de ensino: o que caracteriza uma aula conteudista? O que define uma aula expositiva? E qual é o papel da abstração no ensino?

A minha própria trajetória formativa reflete essas questões. Assim como muitos professores, passei por um modelo de ensino em que as aulas eram estruturadas em uma grande quantidade de informações a serem decoradas e posteriormente validadas em laboratório. Esse processo se estendeu desde o ensino médio até a formação universitária, e, nesse contexto, o aprendizado era frequentemente reduzido à memorização de conteúdos, sem espaço para questionamento e construção ativa do conhecimento.

Essa abordagem, ao restringir o desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos, pode transformar o ensino de Química em uma experiência desmotivadora, levando muitos estudantes a enxergá-lo como um fardo. Quando os alunos não têm espaço para desenvolver seu próprio raciocínio, o aprendizado torna-se mecânico,

reforçando a ideia de que a disciplina se resume a fórmulas a serem memorizadas sem sentido real. O modelo fenomenológico proposto pela pedagogia Waldorf busca romper com essa lógica, permitindo que os alunos experimentem, observem, questionem e, a partir disso, construam suas próprias compreensões.

A literatura especializada reforça essa perspectiva ao destacar as especificidades do ensino de ciências na pedagogia Waldorf. Conforme Wunderlin (2018), o ensino de Química nesse modelo incorpora a concepção fenomenológica de Goethe, promovendo uma compreensão mais profunda dos processos químicos a partir da experiência sensível dos alunos. Julius (1992) corrobora essa abordagem ao enfatizar a importância de um ensino humanizado da ciência, que vai além da simples transmissão de conteúdos, favorecendo um desenvolvimento integral dos estudantes.

Além disso, a relação do professor com sua prática pedagógica não se limita à transmissão do conhecimento, mas configura-se como um processo dinâmico de mediação e co-construção do aprendizado. O professor Davi atuou como um facilitador, criando um ambiente no qual os alunos observam, refletem e formulam suas próprias hipóteses, em vez de apenas receber respostas prontas. Essa postura investigativa e flexível permite que o docente adapte suas estratégias pedagógicas com base na observação atenta das interações e reações dos alunos. Ao modelar a curiosidade e o pensamento crítico, ele se torna também um exemplo de aprendizado contínuo, incentivando uma cultura de descoberta conjunta.

Nesse contexto, a prática pedagógica se transforma em um processo vivo, no qual o professor não apenas ensina, mas também aprende com os fenômenos e com os estudantes, refinando continuamente sua abordagem para tornar o ensino mais significativo. Assim, a interação entre sujeito e objeto não ocorre apenas no aprendizado dos alunos, mas também na relação do professor com sua própria prática, permitindo que ele desenvolva um ensino mais autêntico e engajador.

A experiência com a pedagogia Waldorf não apenas transformou a prática docente do professor Davi, mas também despertou um profundo encantamento pelo método. Para a professora Yasmin, esse fascínio surgiu a partir de seu contato com o goetheanismo, que propõe uma abordagem investigativa da ciência baseada na observação cuidadosa dos fenômenos antes da formulação de conceitos. Ela destaca como essa perspectiva amplia a compreensão do mundo natural e proporciona um envolvimento mais significativo com o aprendizado. Em vez de reduzir a ciência a

abstrações teóricas, a pedagogia Waldorf promove um olhar mais atento e sensível, conectando aluno e fenômeno de maneira viva e experiencial.

O professor Daniel também ressalta essa abordagem, considerando a metodologia Waldorf um caminho essencial para o ensino de ciências. Ele destaca que essa proposta valoriza a observação como etapa inicial do aprendizado, permitindo que os alunos desenvolvam conclusões e teorias a partir da experiência direta. Além disso, enfatiza a importância do currículo Waldorf, que não apenas transmite conteúdos de Química, mas os insere dentro de um contexto antropológico, respeitando o desenvolvimento dos alunos e tornando o ensino mais significativo. Em contraste com o modelo convencional, que muitas vezes torna a Química uma disciplina excessivamente teórica e abstrata, a pedagogia Waldorf demonstra seu potencial de tornar o aprendizado mais dinâmico e conectado à realidade dos estudantes.

A professora Yasmin complementa essa perspectiva, enfatizando que os conceitos devem emergir da experiência, e não serem impostos como um ponto de partida pelo professor. Ela explica que, no ensino convencional, modelos e fórmulas químicas costumam ser apresentados como verdades absolutas, sem permitir que os alunos compreendam sua construção ao longo do tempo. Na pedagogia Waldorf, a abordagem é diferente:

Era preciso, de certa forma, primeiro que as pessoas olhassem o fenômeno, depois elas quisessem compreendê-lo. E essa compreensão, não porque é uma teoria. Porque a hora que você escreve as fórmulas ou usa modelos, esses modelos de bolinha ou hastes e coisas assim, isso não quer dizer nada. E pode ser que nem seja verdade. Na verdade, é uma representação intelectual sobre um sistema. O que é real mesmo é a transformação e o fenômeno. (Yasmin)

Como já mencionado anteriormente nesta categoria, a professora Yasmin reforça, em seu relato, a importância de primeiro olhar o fenômeno para depois querer compreendê-lo. A expressão “querer compreender” é particularmente interessante, pois, como discutido no Capítulo 1, o desejo de entender os fenômenos fascina a humanidade há milênios. Desde as primeiras observações sobre a transformação da matéria pelo fogo, pelo ar, pela água e pela terra, o ser humano buscou respostas para o que acontecia ao seu redor. No entanto, no ensino de ciências convencional, esse tempo necessário para que o interesse e o desejo de compreender possam

amadurecer costuma ser negligenciado, o que pode comprometer a vivência profunda e significativa do conteúdo.

Essa limitação, no entanto, não decorre apenas de escolhas pedagógicas, mas também das condições estruturais do sistema educacional. As demandas impostas aos professores, muitas vezes, os forçam a seguir um currículo rígido, onde não há espaço para que os adolescentes desenvolvam naturalmente essa curiosidade investigativa. Isso nos leva a um questionamento fundamental: como despertar o interesse dos alunos em compreender os fenômenos científicos sem que eles tenham a oportunidade de observá-los? Será possível realmente instigar o desejo de aprender se os conceitos forem apresentados apenas por meio de fórmulas e modelos abstratos?

Esse problema foi amplamente discutido ao longo desta dissertação, evidenciando como a desconexão entre teoria e fenômeno contribui para a desmotivação dos alunos no ensino de Química. A literatura aponta que professores, pressionados a cumprir metas curriculares, acabam recorrendo a métodos de ensino excessivamente teóricos, o que gera um efeito cascata de desinteresse e desengajamento. É exatamente esse ponto que a fala de Yasmin permite refletir. De forma cuidadosa, ela chama a atenção para a distinção entre a realidade dos fenômenos e as representações intelectuais da ciência, que, por serem sistemas abstratos, podem não despertar o mesmo impacto nos alunos.

A grande questão que emerge desse cenário é: como instigar e despertar essa genuína vontade de compreender o fenômeno químico?

Essa reflexão dialoga diretamente com a concepção fenomenológica de Goethe e com a perspectiva de Julius (1992), que defendem a importância de uma abordagem humanizada da ciência. Em vez de apresentar fórmulas e modelos como verdades absolutas, a pedagogia Waldorf possibilita que os alunos percorram um caminho investigativo, baseado na observação, análise e formulação de hipóteses. Esse processo permite uma construção do conhecimento mais autêntica e reflexiva, tornando o ensino mais próximo da realidade e menos mecanizado.

O professor Davi, por sua vez, relata que seu encantamento pelo método surgiu da experiência em sala de aula, ao perceber o maior envolvimento dos alunos quando tinham a oportunidade de descobrir conceitos científicos por si mesmos. A possibilidade de revisar e modificar suas estratégias a cada ano fez com que ele redescobrisse a ciência e o ensino de uma maneira completamente nova, reforçando

seu entusiasmo e compromisso com a pedagogia Waldorf. Esse processo pode ser compreendido como um ciclo de retroalimentação positiva, no qual o professor motiva os alunos e, por sua vez, recebe deles um novo impulso para seguir se aprimorando. Como aponta Edgar Morin (2014, p. 260), "Os efeitos podem retroagir sobre as causas e modificá-las, instaurando um processo dinâmico e recursivo". Assim, o entusiasmo do professor desperta o interesse dos estudantes, que, ao se envolverem ativamente no aprendizado, realimentam a paixão do docente pelo ensino, tornando a experiência educativa um movimento vivo e contínuo.

A análise evidencia que a formação e a prática docente na Escola Waldorf são processos dinâmicos e transformadores, exigindo dos professores uma postura investigativa e reflexiva. A transição para o ensino fenomenológico, embora desafiadora para aqueles cuja formação inicial não contemplou essa abordagem, demonstrou-se essencial para tornar o aprendizado mais significativo para os alunos. As diferentes trajetórias dos professores entrevistados mostram que essa adaptação ocorre de maneira singular, dependendo do contato prévio do docente com a pedagogia, mas, sobretudo, de sua vontade de se transformar e transformar sua prática. Esse processo exige mais do que apenas uma mudança metodológica, trata-se da disposição de passar pela descoberta dos princípios vivendo essa transição, reformular sua própria visão de mundo e questionar seus paradigmas para então permitir sua própria metamorfose docente. Esse não é um caminho imposto, mas sim uma escolha consciente de aprofundamento e renovação, na qual o professor se permite ser atravessado pela experiência e, a partir dela, construir um novo entendimento da educação e da ciência.

Outro ponto central identificado na análise foi a resignificação da docência a partir da experiência prática. Todos os professores relataram que o envolvimento direto com a metodologia Waldorf foi fundamental para consolidar sua adaptação ao método. Isso está alinhado com a visão de Pimenta e Anastasiou (2002), que apontam que a identidade docente se constrói na interseção entre o conhecimento acadêmico e a vivência pedagógica. Entretanto, a ausência de um acompanhamento estruturado pode tornar esse processo desgastante e solitário. Por isso, a implementação de mentorias possibilitaria um ambiente mais seguro para a experimentação docente, garantindo uma adaptação mais eficaz.

Apesar dos benefícios relatados, um dos principais desafios identificados na formação de novos docentes Waldorf é a falta de acessibilidade. A descoberta e a

metamorfose docente exigem não apenas um estudo aprofundado dos princípios que guiam essa transformação, mas também uma vivência prática que só pode ser adquirida por meio de cursos e formações específicas. No entanto, esses cursos ocorrem em diferentes regiões do Brasil, o que implica altos custos de deslocamento, estadia e inscrição, tornando essa formação pouco acessível para professores de fora da rede Waldorf ou para aqueles que desejam conhecer essa abordagem.

Essa limitação evidencia a necessidade de iniciativas que ampliem o alcance dessas formações, como a criação de programas subsidiados, bolsas de estudo ou cursos online, permitindo que mais professores tenham acesso a esse conhecimento e possam passar pela transformação necessária para atuar nesse modelo pedagógico. Dessa forma, garantir a acessibilidade à formação Waldorf não apenas beneficiaria os docentes interessados, mas fortaleceria a presença dessa abordagem no ensino de ciências, promovendo um impacto educacional mais amplo e significativo.

Por fim, a formação de novos docentes dentro da pedagogia Waldorf ainda enfrenta desafios estruturais. A necessidade de um novo olhar sobre a ciência e a educação pode representar um entrave para professores com formação convencional, uma vez que o aprendizado fenomenológico exige uma desconstrução de conceitos prévios. Sem um suporte estruturado, esse processo pode se tornar ainda mais lento e desafiador. Dessa forma, a implementação de um acompanhamento contínuo para novos professores Waldorf, oferecendo suporte teórico e prático, poderia acelerar essa transição e fortalecer a qualidade da educação dentro desse modelo pedagógico.

Ao longo desta análise, ficou evidente que os princípios do ensino de ciências Waldorf se configuram como uma descoberta, um caminho novo e distinto, que exige do professor não apenas aprendizado, mas um engajamento profundo no processo de ressignificação docente. Esse percurso não ocorre de maneira linear, mas demanda uma transformação genuína na forma de perceber e ensinar a ciência, permitindo que a prática pedagógica se torne mais autêntica, investigativa e significativa para os alunos.

5.2 DA OBSERVAÇÃO À BUSCA DA GENUÍNA VONTADE DE COMPREENDER

Nesta categoria, analisamos a prática dos docentes de Química na Pedagogia Waldorf, com ênfase na observação direta de fenômenos químicos e nas estratégias pedagógicas voltadas ao desenvolvimento de um aprendizado investigativo e participativo. A partir dos relatos dos professores, identificamos a observação fenomenológica como um princípio central desse percurso, destacando a importância do olhar atento e do registro cuidadoso dos fenômenos para que os alunos construam conhecimento com autonomia. Além disso, a mediação docente desempenha um papel essencial nesse processo, conduzindo os estudantes por meio de questionamentos e reflexões que despertam neles uma vontade genuína de compreender o que observaram.

Esse percurso segue um movimento análogo ao desenvolvimento histórico da ciência, no qual o ser humano primeiro experimenta e registra os fenômenos para, posteriormente, buscar explicações para eles. Assim como na evolução do pensamento científico, os alunos percorrem um caminho investigativo que vai da experiência subjetiva à estruturação do conhecimento, consolidando, assim, uma compreensão mais profunda e significativa da Química. Essa abordagem permite que a teoria emerga organicamente da experiência prática, promovendo um aprendizado dinâmico e integrado.

Como visto na categoria anterior, os professores entrevistados enfrentaram desafios significativos ao se adaptar à metodologia Waldorf, devido à sua formação inicial. No entanto, esses desafios não se restringem apenas à formação dos docentes, mas também são importantes para verificarmos as práticas docentes e as estratégias pedagógicas. Um exemplo disso é o relato do professor Davi, que descreveu uma tentativa de implementar uma aula prática de titulação utilizando equipamentos e procedimentos previamente explicados:

Montei uma baita aula de titulação, deixei todos os equipamentos montados para os alunos manipularem e tudo, mas a aula foi um desastre. Os alunos não sabiam o que fazer, mesmo a gente explicando para eles antes. (...) Parecia que eu estava falando grego, assim. Os alunos não queriam fazer, não sabiam o que fazer, foi uma bagunça. (Davi)

Apesar do planejamento detalhado, a aula não ocorreu como esperado, pois os alunos demonstraram dificuldades para compreender e executar as atividades. Essa dificuldade enfrentada pelos alunos evidencia um princípio central da metodologia

Waldorf, onde o aprendizado deve seguir uma progressão estruturada, na qual a observação dos fenômenos precede a aplicação de conceitos teóricos.

A tentativa de inverter essa lógica e introduzir uma atividade prática sem essa preparação prévia resultou em confusão e desmotivação, o que reforça a importância do desenvolvimento gradual do conhecimento destacado por Julius (1992), que argumenta que a aprendizagem deve emergir organicamente da experiência e não ser imposta como um conjunto de regras pré-determinadas. A professora Yasmin corrobora essa visão ao enfatizar que:

O conceito é a última coisa que deve aparecer quando a gente leciona a ciência. A primeira coisa é o caminho empírico, o caminho da observação, o desdobramento e o máximo possível de pontos de vista. (Yasmin)

Para Yasmin, o ensino das ciências deve respeitar um percurso investigativo e histórico, permitindo que os alunos construam o conhecimento a partir da experiência e da observação detalhada. Esse processo amplia a compreensão dos estudantes ao conectá-los aos processos históricos e experimentais que levaram à formulação dos conceitos científicos. Em vez de receberem a teoria como um dado pré-determinado, percorrem um caminho de descoberta, no qual a Química se apresenta como uma ciência dinâmica e integrada ao desenvolvimento humano.

Podemos verificar no relato de Yasmin como a introdução da Química para alunos de 13 a 14 anos é marcada pela subjetividade presente nas primeiras interações com o conhecimento científico. Ao descrever uma fogueira, por exemplo, cada aluno elabora um relato distinto, baseado em sua percepção individual:

É muito interessante, em torno de 13º ou vivendo o 14º ano de vida, é a primeira vez que eles têm formalmente um contato com a química. Imagine que você faz uma fogueira e, na hora que a gente pede para eles fazerem um relatório, é muito interessante, porque ele é muito subjetivo. E é isso que a gente espera de alguém aos 13 anos. Então, tem alunos que escrevem: 'era uma fogueira gigantesca'. Outros escrevem: 'era uma fogueira mixuruca, o meu pai faz fogueiras muito maiores no São João'. E foi a mesma fogueira para todo mundo. Então, ali, quanto mais jovem o aluno, mais subjetividade tem. (Yasmin)

Esse relato demonstra que, nessa fase da vida, os alunos ainda não consolidaram critérios objetivos de análise. Com o tempo, por meio da observação e da troca de perspectivas, são conduzidos a transformar essas percepções iniciais em um conceito mais estruturado e consensual. Yasmin explica: "aos poucos, isso pode

demorar uns três dias, claro, de você digerir essa ideia a partir das observações, até chegar a um conceito unânime”.

Nesse sentido, os conceitos não devem ser impostos, mas construídos coletivamente, respeitando o ritmo e as experiências de cada estudante. Diferente da mera transmissão de conteúdos, como ocorre nos livros didáticos, a Pedagogia Waldorf incentiva um amadurecimento do pensamento dos alunos. Esse processo torna-se especialmente relevante na adolescência, período em que o intelecto se fortalece e a lógica passa a desempenhar um papel central na aprendizagem. Como observa Yasmin:

O final do décimo quarto ano é o momento em que o intelecto está nascendo e o indivíduo começa a encontrar prazer na lógica. Os professores e outros adultos tornam-se as pedras de amolar sobre as quais os adolescentes podem afiar essa nova capacidade de raciocínio. Em sua experiência escolar, eles devem ser recebidos com matérias e professores que os desafiem. (Yasmin)

Complementando seu relato sobre o desenvolvimento intelectual dos alunos, Yasmin também destaca o caráter emocional presente no 15º ano de vida e como essa dimensão impacta o processo de ensino e aprendizagem:

Os alunos de quinze anos do nono ano estão diante de nós. Quando os observamos, podemos ver que eles estão cheios de energia emocional. Eles não pensam, mas sim 'fazem' coisas e depois observam os resultados. São passionais, irascíveis e tendem a se deixar levar por seus próprios impulsos e, ainda assim, têm grandes aspirações. (Yasmin)

Sua fala evidencia como aspectos emocionais e impulsivos se manifestam de forma marcante nessa fase, interferindo diretamente nas formas de agir, perceber e aprender, e revelando a necessidade de que esses elementos sejam considerados no planejamento pedagógico. Assim, ao reconhecer que o desenvolvimento dos alunos envolve tanto dimensões emocionais quanto cognitivas, podemos compreender que a subjetividade presente nas primeiras experiências não deve ser encarada como um obstáculo, mas como parte fundamental no processo de construção do conhecimento.

Nesse sentido, quando Julius (1992) aponta que o aprendizado deve emergir organicamente da experiência, podemos relacionar essa ideia ao relato de Yasmin sob duas perspectivas complementares. A primeira refere-se à vivência concreta dos fenômenos, em que a observação detalhada permite aos alunos estabelecer

conexões com processos históricos, culturais e experimentais. A segunda diz respeito ao próprio desenvolvimento intelectual dos estudantes, que passa por etapas vinculadas às suas fases de vida, iniciando-se com percepções marcadas pela subjetividade e avançando, gradualmente, para a formulação de conceitos mais objetivos. Esse percurso, respeitado no ritmo e nas experiências de cada aluno, promove o amadurecimento do pensamento sem desconsiderar os aspectos emocionais que emergem ao longo do desenvolvimento humano e da aprendizagem.

Cabe destacar que essa transição das observações subjetivas para um entendimento mais objetivo na Pedagogia Waldorf não ocorre de maneira abrupta, mas como um processo gradual, orientado pelo professor e vivenciado ativamente pelos alunos. O ensino por meio da observação e da problematização fortalece a capacidade dos estudantes de construir seu próprio conhecimento, tornando-os agentes ativos na aprendizagem e promovendo uma relação mais significativa com os fenômenos estudados.

A professora Yasmin exemplifica essa abordagem da seguinte forma:

Por exemplo, fermentação no nono ano. Imagina numa escola tradicional... Se é que chega a ter aula sobre fermentação, geralmente alguém vai lá, escreve no quadro: "Fermentação: transformação de açúcar em álcool pela ação de micro-organismos. Fermentação anaeróbica." E pronto. Mas o que dá para entender disso? Agora pensa, você com 15 anos. Nada, né? Não faz sentido nenhum, não tem graça, não conecta com nada. Agora, se ao invés disso, você começa contando, por exemplo, que na antiguidade existia o Deus Dionísio e que tinham festas dedicadas ao vinho... Aí você já chama a atenção da turma. E como será que eles faziam vinho naquela época? Daí você começa a seguir nessa narrativa, e em algum momento chega na descoberta do Pasteur, lá no século XIX, quando ele percebe que a fermentação acontecia por causa de um tipo de fungo. Ele foi lá, deu nome para isso e, a partir daí, toda a indústria de bebidas alcoólicas se desenvolveu. Mas não só essa, né? Várias outras também. E claro, depois de contar essa história, não dá para ficar só na conversa. A gente vai para o laboratório e faz fermentação de verdade. Eu costumo fazer três tipos com eles: a clássica, com uva, que geralmente aparece nos livros europeus; faço também com cachaça, que é algo bem nosso; e ainda faço hidromel, porque eles já ouviram falar da mitologia nórdica e adoram essa parte. A gente pega uns Becker bem grandes, prepara tudo direitinho e começa. Eu levo levedura de cerveja que compro no supermercado mesmo, mostro para eles e falo: "Olha só, é com isso aqui que a mágica acontece". E aí, enquanto as fermentações vão acontecendo, eu vou contando outras histórias. Conto, por exemplo, sobre o Fleischmann e como ele conseguiu industrializar a levedura de cerveja, para a gente poder comprar assim, em pacotinho, no mercado. Dá trabalho? Dá. Você tem que saber muita "fofoca química", saber da vida desses caras, para ir contando e prendendo a atenção deles. E assim o processo vai ficando óbvio para eles, porque deixa de ser só um conteúdo solto e vira algo feito por pessoas, que tem história, que envolve indústria, cultura, sociedade. E aí você consegue puxar para várias coisas. Falo do motor flex, da quantidade de álcool que a gente usa hoje, da importância do

álcool nos hospitais, falo sobre porcentagens, diluições... A gente faz a queima, destila o álcool que a gente mesmo produziu ali na aula. Claro que não é rápido, né? Esse processo de fermentação leva pelo menos uma semana. Mas nesse tempo dá para acompanhar as três fermentações, fazer destilações, calcular um pouco do rendimento, perceber que quanto mais açúcar, mais álcool, até certo limite. Dá para ver como a levedura sofre ali, quase sem oxigênio, para conseguir produzir álcool. E dá para fazer experimentos paralelos. Um bem simples, por exemplo, é capturar o gás carbônico da fermentação. A gente faz uma fermentação num Kitasato, coloca uma mangueira na saída lateral e usa o gás para apagar uma vela. Ou então faz borbulhar numa solução de água de cal, que vai formar carbonato de cálcio. Mas tudo isso tem que estar muito bem desenhado no quadro, nos cadernos deles, para ir organizando o pensamento. E aí, aos poucos, a gente vai introduzindo notação científica, sem fórmulas ainda, só nos nomes mesmo, sem assustar a turma. E quando você vê, eles perceberam a importância real dessas transformações químicas. Não porque alguém jogou uma definição no quadro, mas porque eles viveram, experimentaram, fizeram parte da história e entenderam o sentido de tudo aquilo.

(Yasmin)

Ao descrever como introduz o tema da fermentação no nono ano, a professora Yasmin demonstra, na prática, a coerência entre sua fala e sua atuação pedagógica, aplicando os princípios que apresenta ao longo de seu relato. Em vez de apresentar diretamente um conceito técnico, como ocorre no ensino convencional, ela inicia com uma narrativa histórica, conectando a Química a contextos culturais e científicos. Dessa forma, a professora Yasmin busca respeitar o estágio de desenvolvimento dos alunos, valorizar a curiosidade e conduzir a aprendizagem por meio de um percurso investigativo e gradual, em que a experiência e a observação se tornam pontos de partida para a formulação dos conceitos. Assim, reafirma sua compreensão de que o ensino das ciências deve emergir organicamente da vivência dos estudantes, promovendo uma relação significativa com os fenômenos e favorecendo o amadurecimento do pensamento de forma integrada ao desenvolvimento humano.

Nesse percurso, a prática experimental acompanha e complementa a narrativa, permitindo que os alunos vivenciem o processo em laboratório. Yasmin enfatiza a importância de “fazer fermentação”, conduzindo os estudantes a experimentarem diferentes tipos e associando cada experiência a elementos culturais diversos, como a produção de cachaça e hidromel, além da clássica fermentação da uva. Durante essas atividades, os alunos não apenas observam os processos químicos em si, mas também ampliam a compreensão sobre como esses conhecimentos se relacionam com aspectos históricos, sociais e econômicos, como o desenvolvimento da indústria de bebidas alcoólicas, o uso do etanol como combustível e sua aplicação no setor hospitalar.

Ao longo do processo experimental, os estudantes são convidados a observar atentamente cada etapa, realizar registros e participar de discussões que aprofundam a compreensão dos fenômenos. Além das fermentações, Yasmin propõe experiências complementares, como a captação do gás carbônico liberado durante o processo, que podem ser utilizados para apagar uma vela ou precipitar carbonato de cálcio em uma solução de água de cal. Esses experimentos reforçam a integração entre teoria e prática, ao mesmo tempo que permitem o desenvolvimento gradual de habilidades investigativas e analíticas.

As falas de Yasmin evidenciam outro ponto essencial da abordagem Waldorf: a necessidade de conectar o conhecimento científico a uma narrativa que faça sentido para os alunos, tornando o aprendizado mais envolvente e significativo. No entanto, essa proposta exige do professor uma preparação diferenciada, que vai além do domínio técnico da disciplina. Conhecer a “fofoca química”, como Yasmin menciona de forma bem-humorada, significa estar atento aos contextos históricos, às descobertas científicas e às relações entre a Química e o cotidiano dos estudantes. Ao trazer histórias, biografias, curiosidades e aplicações práticas, o professor amplia o sentido do conteúdo e contribui para aproximá-lo da realidade dos alunos, favorecendo uma aprendizagem que respeita o tempo, a experiência e o desenvolvimento integral de cada um.

O professor Daniel também adota essa perspectiva em sua prática, buscando formas de aproximar os conceitos químicos da realidade dos estudantes e promover uma reflexão crítica:

A gente estudou um pouco essa questão do uso de agrotóxicos. E a gente fez um pouco, na última aula, um debate sobre essa questão de usar agrotóxico ou não. Então, ali naquele debate tinha um grupo de alunos que representava a Anvisa, um grupo de alunos que representava médicos, um grupo de alunos que representava pessoas que tiveram algum dano em relação ao uso de agrotóxico, um grupo de alunos que representava fazendeiros. Eu fiz um documento para criar um pouco esse debate, pedir para eles pesquisarem algumas coisas. Eu acho que isso gera um certo engajamento deles. Esse ano, quando eu tratei dos metais, eu trouxe uma reportagem sobre o uso do lítio em uma cidade de Minas Gerais, não lembro qual era a cidade, que saiu na revista Piauí. A gente leu essa reportagem e foi muito legal ver como esse uso desse metal está mudando aspectos sociais, não só ambientais, na cidade, mas também muda aspectos sociais. A química é muito além de a gente chegar... Enfim, ela tem essas intersecções que eu acho que são muito ricas na química. (Daniel)

A fala de Daniel evidencia como sua prática busca integrar a Química ao cotidiano dos alunos, promovendo a reflexão crítica a partir de temas relevantes e atuais. Ao organizar um debate sobre o uso de agrotóxicos, ele envolve os estudantes em papéis sociais diversos, incentivando a pesquisa, a argumentação e a escuta de diferentes perspectivas. De maneira semelhante, ao trabalhar a temática dos metais, utiliza uma reportagem sobre o impacto do lítio em uma cidade de Minas Gerais para discutir como a exploração desse recurso provoca transformações tanto ambientais quanto sociais. Com essas propostas, Daniel reforça a compreensão da Química como uma ciência que ultrapassa os limites do laboratório, articulando conhecimentos técnicos com questões políticas, econômicas e culturais que afetam diretamente a sociedade.

Essas experiências evidenciam a importância de um ensino gradual e estruturado, no qual os conceitos são introduzidos de maneira acessível e progressiva, permitindo aos alunos compreender a Química como um processo vivo e dinâmico, relacionado às experiências humanas, às descobertas científicas e às suas aplicações práticas. Ao mesmo tempo, revelam como essa metodologia exige do professor um papel ativo e reflexivo, que vai além da simples transmissão de conteúdo.

Diante disso, surge um questionamento fundamental: será que todo professor tem fôlego para se preparar dessa maneira? A abordagem fenomenológica, que busca apresentar os conceitos de forma investigativa e experiencial, demanda não apenas um repertório amplo, mas também uma disposição contínua para explorar temas que ultrapassam os limites dos currículos convencionais. Além disso, a preparação das aulas exige planejamento detalhado, desde a organização dos experimentos até a elaboração de narrativas envolventes capazes de conduzir os alunos à descoberta dos conceitos. O desafio, portanto, não está apenas na execução das atividades, mas na capacidade do professor de articular conhecimentos de diferentes áreas, promovendo uma aprendizagem integrada, crítica e significativa.

Além da articulação com a vivência concreta dos fenômenos, em que a observação detalhada permite aos alunos estabelecer conexões com processos históricos, culturais e experimentais, destaca-se também a relação com as etapas de desenvolvimento vinculadas às fases de vida, que orientam o amadurecimento intelectual dos estudantes. Como apresentado no capítulo 3, esses aspectos começam a se manifestar de forma clara no 10º ano. Conforme Podirsky (2016), é

nesse período que a crise da adolescência se intensifica, tornando oportuno conectar os conteúdos ao universo emocional dos alunos. O desenvolvimento do pensamento lógico torna-se mais estruturado, e o desejo de compreender não apenas os fatos, mas também suas interconexões e consequências, ganha força.

Nesse contexto, Yasmin explica como o conteúdo de Química proposto no currículo está diretamente relacionado às polaridades emocionais vividas pelos alunos nessa fase da vida:

O estudo de ácidos e bases no décimo ano tem muito a ver com polaridades, que é o que eles estão vivendo na alma aos 15 anos de idade. A gente não cita, a gente nunca conta para os alunos explicitamente. A gente usa isso. E como as reações de neutralização dão um alívio muito grande para eles. É impressionante, porque, óbvio, você é adolescente, você quer saber se é preferido do seu pai, da sua mãe, da pessoa com quem você está apaixonado, é tudo preto ou branco, tudo muito radical. Mas à medida que você tem reações de neutralização, isso é muito bacana. E é no sentido inverso. Primeiro a gente faz essas reações, depois a gente vai contando as descobertas desses metais, aos poucos chegando nos símbolos, nas fórmulas. Aí eles acham, nossa, que bacana, existe tudo isso. (Yasmin)

A partir dessa fala, é possível perceber como a Pedagogia Waldorf estabelece relações profundas entre o desenvolvimento humano e o planejamento curricular. Ao abordar ácidos e bases justamente no período em que os alunos vivenciam intensas polaridades internas, a proposta pedagógica reconhece que o conteúdo pode atuar simbolicamente no amadurecimento emocional dos estudantes. Assim, os fenômenos químicos não são apresentados de forma isolada, mas inseridos em um contexto que dialoga diretamente com a fase de vida dos alunos, nutrindo não apenas suas capacidades cognitivas, mas também emocionais e sociais.

No 11º ano, essa proposta pedagógica se aprofunda, acompanhando o amadurecimento dos estudantes, que passam a vivenciar questionamentos mais complexos sobre si mesmos e o mundo. Nesse contexto, o estudo das forças atômicas ganha relevância ao espelhar, de forma simbólica, as tensões e conflitos internos característicos dessa fase, como Yasmin explica:

No segundo colegial, que é o que a gente chama de 11º ano, é uma travessia bem interessante. Em torno dos 16 anos, a gente diz que um ser humano, ele mergulha no submundo. São as dúvidas, depressões, angústias, paixões. A gente ganha muita autonomia psicológica e emocional nessa idade. Então também a gente pode conduzir os alunos para um mundo, o submundo das forças, como se diz. E na Química, se a força de um ácido, de uma base é tão fácil, a força de um elétron, de um próton não é tão fácil. Ela é pensada, ela é só uma ideia. (Yasmin)

Nessa perspectiva, Yasmin evidencia que os conteúdos curriculares não são organizados apenas pela complexidade conceitual, mas também a partir das necessidades formativas que emergem em cada fase do desenvolvimento dos alunos. Assim como as forças invisíveis que atuam no interior do átomo são difíceis de compreender, também são complexas as forças internas que movimentam a alma adolescente nesse período. Desse modo, o currículo funciona como um "molde" que se ajusta ao momento biográfico dos estudantes, oferecendo vivências que favorecem tanto o aprendizado científico quanto a construção da identidade e do equilíbrio emocional.

Essa proposta pedagógica difere dos modelos fundamentados exclusivamente na lógica cognitiva ao considerar que o conteúdo não precisa apenas respeitar a capacidade de compreensão dos alunos, mas pode atuar como força transformadora, impulsionando seu desenvolvimento integral. Mais do que adaptar o ensino à idade, a pedagogia Waldorf reconhece que determinados temas, em momentos específicos da vida, têm o potencial de estimular processos essenciais para o amadurecimento do ser humano.

Autores como Wunderlin (2018) e Mitchell (2012) reforçam essa compreensão ao destacar que o aprendizado se torna mais significativo quando vinculado à trajetória pessoal dos alunos, tanto nas experiências que vivenciam em sala quanto nos processos próprios de cada fase da vida. Nessa perspectiva, a Química na Pedagogia Waldorf não é apresentada como um conjunto abstrato de fórmulas, mas como um campo vivo de fenômenos que espelham e dialogam com o desenvolvimento interno dos estudantes, tornando o ensino mais humano, integrado e relevante. Assim, o conhecimento se converte em experiência, e a ciência deixa de ser apenas um saber externo para tornar-se também um caminho de autodesenvolvimento.

Essa concepção também fundamenta a crítica da professora Yasmin ao ensino convencional da Química, que frequentemente inverte essa lógica ao priorizar a teoria antes da observação dos fenômenos:

Um dos grandes problemas que eu vejo no ensino tradicional de Química é que ele começa pela teoria, né? Começa pela teoria, em vez da observação. Primeiro jogam a teoria atômica lá e, só depois, tentam explicar alguma aplicação. Por exemplo, falam que o sódio se comporta de tal jeito porque, pela regra do octeto, precisa ter oito elétrons na última camada. Mas não é assim. O sódio simplesmente é assim. Sempre foi assim. A explicação veio depois, como uma tentativa de justificar o comportamento que já existia. Não

foi que alguém criou a teoria e, de repente, os elementos começaram a funcionar daquele jeito. É o contrário. Os elementos são como são. E nós, seres humanos, criamos teorias para tentar entender, para tentar descrever esse funcionamento. E quando você fala isso para eles, com 16 anos, você sente até um alívio na turma. Porque eles percebem que está tudo bem não enxergar essas coisas. Que ninguém vê mesmo. É igual na Física, quando eles começam a estudar eletromagnetismo. São forças invisíveis. Você não vê o magnetismo, você vê o efeito, as coisas sendo atraídas. E na Química também. Ninguém está vendo prótons, elétrons... O que a gente tem são nomes, conceitos que foram criados para explicar por que certas coisas acontecem. E aí, quando você faz uma experiência, como jogar um pedaço de sódio metálico na água, pronto. Ali eles veem o fenômeno acontecer, e é fabuloso. É claro que eles adoram, porque nessa idade, explodir coisas chama atenção. Faz parte. Mas o importante é isso: começar mostrando o que realmente acontece, a observação, e só depois trazer a teoria, como uma forma de organizar e entender aquilo que eles já viram e viveram.

(Yasmin)

Ao destacar essa inversão, Yasmin nos lembra que os conceitos científicos surgiram como tentativas de explicar comportamentos que já existiam na natureza. Essa compreensão tranquiliza os alunos, pois mostra que as teorias não são verdades absolutas, mas construções elaboradas para descrever fenômenos observados. Dessa forma, quando os estudantes presenciam, por exemplo, a reação do sódio com a água ou experimentam a neutralização de ácidos e bases, passam a perceber que a Química não é apenas um conjunto de regras abstratas, mas uma ciência viva, que os ajuda a compreender tanto o mundo quanto os próprios processos internos vivenciados nessa fase da vida.

No entanto, para que essas compreensões realmente se consolidem nos alunos, é necessário tempo. Esse percurso de construção do conhecimento não pode ser apressado, pois, conforme já mencionado, ele precisa ocorrer de forma gradual, respeitando o desenvolvimento interno e o amadurecimento da percepção de cada estudante. Diante disso, surge um questionamento importante: como desenvolver esse trabalho com profundidade, considerando a limitação de apenas duas aulas de 50 minutos por semana? Para responder a essa questão, um dos elementos centrais da abordagem Waldorf, amplamente destacado pelos professores entrevistados, é o ensino por épocas. Esse formato rompe com a fragmentação convencional do currículo e permite que os alunos se dediquem intensamente a uma única disciplina durante um período prolongado, favorecendo a imersão e a assimilação do conteúdo de forma mais orgânica e significativa. Sobre essa organização, Yasmin comenta:

Outra coisa que é característica da pedagogia Waldorf é que você não pode encher de muitos conteúdos intelectuais um aluno de uma vez só. Ele não vai

conseguir absorver nenhum. O ideal é que ele mergulhe profundamente em um, que é isso que a gente chama de época. Que aquilo seja focado. Então imagine um aluno de sétimo ano, com 13 anos de idade aproximadamente, e ele, todos os dias, por quatro semanas, na aula principal, vai ter Química. Você sabe o que é aula principal? É a aula que acontece logo depois que você acordou, você vai para lá. E aí, depois, ele vai ter aula de artes, talvez o reforço de matemática, de português, educação física, música, eurytmia, outras coisas. E a aula principal, ele vai sonhar com ela. (Yasmin)

Ao mencionar que o aluno "vai sonhar com a aula principal", ela destaca outro aspecto essencial da pedagogia Waldorf no qual o aprendizado não acontece apenas durante a aula, mas continua nos momentos de descanso e pausa. Nessa concepção, o ato de aprender ultrapassa o espaço escolar e se prolonga nos períodos de assimilação, quando o conhecimento é elaborado de forma inconsciente e silenciosa. Julius (1992) reforça essa ideia ao explicar que a alternância entre vigília e sono desempenha papel fundamental na consolidação do aprendizado, permitindo que os conteúdos vivenciados sejam reorganizados internamente e ganhem profundidade. Desse modo, a fixação do conhecimento ocorre não apenas pelo esforço ativo durante a aula, mas também pelo trabalho interno e contínuo do organismo, que transforma a experiência vivida em saber.

Para que esse processo se concretize e o aluno possa, de fato, sonhar com a aula, é indispensável a organização do ensino por épocas. Essa estrutura assegura o tempo necessário para que os alunos se aprofundem nos temas, estabelecendo vínculos significativos com os fenômenos estudados. Após esse período de imersão, os estudantes retomam outras disciplinas, compondo uma rotina que, em parte, se assemelha ao ensino convencional. No entanto, diferentemente do modelo convencional, em que a alternância constante de matérias e conteúdos, sem relação entre si, dificulta a construção de um pensamento integrado, a proposta Waldorf busca evitar a fragmentação do conhecimento.

Essa continuidade torna-se ainda mais relevante em disciplinas baseadas na observação e na experimentação, como a Química, em que a sequência das experiências é fundamental para a compreensão dos fenômenos. O professor Davi reforça essa perspectiva:

Para Química funciona maravilhosamente bem. Eu consigo fazer uma sequência de experimentos em que eles vão desenvolvendo conceitos cada vez mais elaborados para chegar no final da época de Química e entenderem muito bem um determinado assunto. E isso só é possível em época. É o problema de você chegar e fazer um experimento num dia, e aí no dia

seguinte ele vai ter aula de Matemática, de Música, de qualquer outra coisa, e você volta só daqui uma semana e ninguém vai lembrar os detalhes do experimento, por mais que ele tenha anotado. Aquilo deixou de ser um problema para ele uma semana depois. (Davi)

Sem a continuidade proporcionada pelo ensino por épocas, o intervalo entre as aulas dificulta a manutenção do vínculo dos alunos com o conteúdo. Quando o estudo de um tema é interrompido por uma semana ou mais, os questionamentos e as observações que surgiram na aula anterior tendem a se perder, comprometendo o desenvolvimento do raciocínio e a progressão do aprendizado. Não é incomum que, ao retomar a disciplina, os alunos relatem não lembrar do que foi trabalhado, o que fragiliza a construção gradual e aprofundada do conhecimento. Nesse sentido, a organização por épocas busca justamente evitar essa dispersão, garantindo que o conteúdo seja explorado de maneira contínua e integrada, favorecendo a consolidação do aprendizado ao longo do tempo.

Além disso, esse modelo, composto por aproximadamente quatro semanas dedicadas exclusivamente a uma disciplina na aula principal, realizada conforme observado na pesquisa de campo na escola de Ribeirão Preto entre 7h30 e 9h, permite aos professores desenvolverem um percurso pedagógico com início, meio e fim, favorecendo o aprofundamento gradual e sequencial de um fenômeno. Após esse período de imersão, ocorre uma pausa no contato com a turma, e a continuidade do trabalho se dá em outro momento do ano letivo, quando novos conteúdos serão retomados e aprofundados.

Sobre essa dinâmica, o professor Daniel destaca:

O grande acerto é a questão do ensino em épocas. Porque, como a gente prioriza muitos processos, eu acho que no ensino em épocas, você consegue ter um começo, meio e fim de algo. Então, eu acho que o ensino em época prioriza um processo. E além de priorizar um processo, ele prioriza também a pausa desse processo. Então, às vezes, eu estou em época com uma turma, aí eu só volto no segundo semestre para dar aula para essa turma. Então, houve um descanso. Muitas coisas foram esquecidas, esquecidas entre aspas, na verdade, porque você vai perguntando e eles vão lembrando, mas, obviamente, que de imediato não lembram, e está tudo bem. Obviamente, ninguém lembra tudo de imediato. Acho que é isso. Acho que o ensino em épocas prioriza um pouco esse processo. Além disso, também dá uma pausa para as coisas se assentarem. Isso é meio nítido para mim. (Daniel)

Outro ponto destacado por Daniel é o esquecimento dos alunos, aspecto que deve ser reconhecido como parte natural do funcionamento da memória humana.

Entretanto, Steiner ressalta a importância da conexão afetiva e vivencial no processo de aprendizagem, defendendo que, quando o conhecimento é vinculado à alma do aluno, por meio de experiências significativas, relações simbólicas e envolvimento emocional, torna-se mais duradouro. Assim, mais do que simplesmente reter informações de forma mecânica, a proposta pedagógica busca gerar impressões que permaneçam e possam ser retomadas com facilidade, mesmo após períodos de pausa, garantindo que o aprendizado não apenas persista, mas continue vivo e atuante no interior dos estudantes.

Apesar das vantagens proporcionadas por essa dinâmica, manter o vínculo com a disciplina pode se tornar um desafio quando ela está fora do período da época. Para reduzir esse impacto, algumas escolas têm buscado alternativas que possibilitem um contato mais frequente com o conteúdo ao longo do ano. É o caso da escola de Ribeirão Preto, onde, segundo Davi, há a proposta de ampliar o número de aulas de curso, encontros que ocorrem fora do período da época, como estratégia para reforçar os conhecimentos trabalhados e garantir novas oportunidades de retomada:

Então, provavelmente os cursos para o ano que vem vão ser três vezes por semana. É como se fosse assim, vai ter uma segunda época. Não é bem uma segunda época, porque não é todo dia, vai ter a época, que é aquele assunto principal que o aluno está passando. Mas depois você vai ter as outras aulas que vão ter uma frequência maior. Então o aluno vai ter menos disciplinas ao mesmo tempo, só que ele vai ver essas disciplinas com mais intensidade. Aí eu acho que vai dar para trabalhar melhor, porque tudo bem, não é todo dia, mas é um dia sim, um dia não, aí já dá para você fazer o experimento e retomar um dia depois. Dá, tranquilo. Imagina, nunca fiz, mas imagina que já vai ser melhor do que uma semana de hiato aí, né, de não ter contato com eles. E acho que melhora, vamos ver. (Davi)

Enquanto aguardamos para compreender quais serão os efeitos dessa proposta, é possível observar que ela segue os princípios do ensino por épocas, buscando minimizar os impactos das interrupções prolongadas nas aulas de curso e favorecendo os outros aprendizados ao longo das épocas. Embora alternativas como essa contribuam para reduzir as dificuldades relacionadas à continuidade, outros desafios permanecem, como a recuperação do conteúdo pelos alunos que, por diferentes motivos, perdem parcial ou totalmente o período da época. Sobre essa questão, o professor Daniel destaca:

A desvantagem, na verdade, está, pelo menos na maneira como eu vejo. Talvez a própria maneira como o professor se organiza. Então, às vezes, se você se organiza mal para dar o ensino em épocas, é isso. Você tem aquele

momento com aquela turma, e aí, se você se organizou mal, enfim, passou aquele momento. Você já perdeu aquele momento com aquela turma, enfim. Ou, sei lá, pensando em termos práticos também. Já acontece de aluno ficar doente na época de Química ou na época de Física, seja lá qual época for. E aí ele vai perder uma semana de aula. Perder uma semana de época é perder muita coisa. Você perde muito processo. E aí é difícil de recuperar isso. Então, como é algo muito construído ali coletivamente, então fica um pouco difícil. Ele pode até recuperar o conteúdo em si. Ele vai lá dar um jeito de estudar. Mas acho que o ensino em época exige uma presença grande. Tanta presença física mesmo, o aluno estar lá, quanto uma presença mesmo de espírito, se o aluno realmente está ali, inserido naquele processo. (Daniel)

A partir dessa fala, percebe-se que, além das ausências durante as épocas, outros fatores também podem comprometer significativamente o processo de aprendizagem, como a má organização do professor para conduzir o conteúdo, situações de doença ou mal-estar do próprio docente e a falta de atenção e foco por parte dos alunos durante as aulas. Por se tratar de uma construção sequencial e coletiva, essas interferências acabam gerando lacunas que dificultam a retomada dos conteúdos e a continuidade do percurso formativo, impactando tanto o desenvolvimento individual quanto o acompanhamento do grupo.

Apesar dos benefícios desse modelo, sua eficácia depende de um engajamento constante dos alunos e de uma organização cuidadosa por parte dos professores. O acompanhamento atento do ritmo da turma e a manutenção da intensidade nas aulas tornam o ensino por épocas altamente significativo, mas também desafiador no que diz respeito à continuidade e à recuperação dos conteúdos em casos de interrupções.

As falas dos professores evidenciam que o ensino por épocas proporciona uma imersão profunda nos conteúdos, favorecendo a construção gradual do conhecimento e estimulando a autonomia dos alunos. Essa percepção encontra respaldo em Julius (1992), que considera essa prática fundamental dentro da abordagem fenomenológica, justamente por possibilitar que os estudantes desenvolvam suas compreensões a partir da vivência direta dos fenômenos. Mitchell (2012) complementa essa ideia ao destacar que as pausas entre as épocas são essenciais para a sedimentação do aprendizado, pois permitem a reorganização interna das experiências e a consolidação de significados mais duradouros.

Para além disso, cabe enfatizar que a adoção do ensino por épocas não precisa ser restrita às escolas Waldorf. Embora seja visto como exclusivo dessa abordagem pedagógica, Yasmin destaca que todas as escolas, inclusive as públicas, podem

implementá-lo, desde que haja uma proposta bem estruturada e uma organização compatível com as exigências curriculares:

Primeiro que tem uma coisa, as escolas públicas podem adotar o ensino por épocas. É só fazer uma proposta para a diretoria de ensino que elas aceitam. Não há esse problema, porque tem uma coisa dentro do sistema de ensino brasileiro. Eles exigem que tenha um número de horas da matéria, e não que seja da forma que está distribuída. Então, essa é uma coisa que se a escola pública aceitar, está tranquila. (Yasmin)

Essa afirmação evidencia que o ensino por épocas não é um privilégio exclusivo das escolas Waldorf, mas uma alternativa pedagógica viável dentro das regulamentações educacionais do Brasil. A partir desse apontamento, surgem reflexões importantes: por que, no ensino convencional, a duração das aulas costuma ser fixada em 50 minutos? O que limita a adoção de uma nova organização curricular? Existiria alguma relação econômica sustentando essa estrutura? Essas questões e outras que possam surgir, são fundamentais para pensar os motivos que levam tantas instituições a manterem um modelo de ensino herdado do século XVIII, como discutido no capítulo 2. Contudo, não cabe a esta pesquisa oferecer respostas a essas indagações, mas sim apresentá-las como ponto de partida para que possamos iniciar uma reflexão sobre esse processo.

Além da organização do tempo escolar, outro aspecto que estimula a autonomia dos estudantes é a construção do material didático. Na Pedagogia Waldorf, os alunos utilizam cadernos em branco, que se transformam em registros únicos de suas vivências e aprendizagens, reunindo desenhos, textos e atividades desenvolvidas ao longo das aulas. Mais do que simples repositórios de conteúdo, esses cadernos documentam o percurso formativo dos estudantes e reforçam a autonomia no processo de aprendizagem, incentivando uma participação ativa e criativa.

Sobre a presença ou não de material didático nesse contexto, o professor Davi esclarece:

Na verdade, não é que não tenha material didático, são eles que fazem o material didático deles. Então, eles recebem um caderno em branco e têm que registrar nesse caderno tudo o que acontece em todas as aulas. Eles usam esse caderno para desenho, para registrar a matéria, para fazer prova, para fazer tarefa. E o professor, com muita frequência, pega para avaliação. Alguns professores pegam com mais frequência, outros com menos frequência, mas o caderno é uma avaliação. (..) A liberdade que a gente tem

de trabalhar desse jeito é muito boa. E a autonomia que o aluno ganha, quando realmente se envolve, faz as tarefas, participa, também é muito grande. Os alunos que seguem o que a gente propõe, que fazem as atividades, saem com uma escrita, uma criatividade, uma capacidade de organizar conteúdo que está anos-luz à frente dos alunos que ficam presos em apostila. (Davi)

A partir dessa fala, compreende-se que, na prática Waldorf, os cadernos assumem múltiplas funções: além de registrar o que foi trabalhado em sala, servem como instrumento avaliativo, permitindo ao professor acompanhar de forma contínua e individualizada o desenvolvimento dos estudantes. Esse acompanhamento se configura como uma avaliação formativa, na medida em que observa e valoriza o progresso gradual das aprendizagens e habilidades ao longo do percurso formativo. Contudo, durante a pesquisa de campo, foi possível constatar que os cadernos não são o único recurso de avaliação utilizado. Além deles, são realizadas avaliações diagnósticas no início das épocas e avaliações somativas ao final, compondo um processo avaliativo mais amplo e diversificado.

Para além da avaliação, a confecção dos cadernos favorece o desenvolvimento da escrita, da organização do pensamento e da criatividade, fortalecendo a autonomia dos alunos e estimulando-os a construir seu próprio conhecimento, em vez de apenas reproduzir conteúdos prontos. Julius (1992) reforça essa perspectiva ao afirmar que a criação do material didático pelos próprios estudantes expressa a essência do aprendizado fenomenológico, uma vez que promove a construção gradual do conhecimento a partir da experiência direta e coletiva. Ele descreve essa prática como um "diário de descoberta", no qual os registros vão além das informações, abrangendo também o processo de entendimento e as conexões pessoais que cada aluno estabelece com os fenômenos.

Sobre a importância de estimular o pensamento próprio, a professora Yasmin relata:

A coisa mais sensacional é quando um aluno chega e diz: 'Nossa, eu fiquei pensando naquilo. Cheguei em casa e fiquei pensando.' E eu falo: 'Ótimo. Alguém ficou pensando, quebrando a cabeça.' Mas hoje eu acordei com uma ideia. Pode ser a ideia mais errada do mundo. Não é que eles têm que acertar sempre. Essa é uma coisa que a gente tem que aprender na Pedagogia Waldorf. A gente tem que aprender a pensar. (Yasmin)

Essa fala evidencia como a autonomia promovida na Pedagogia Waldorf incentiva o pensamento reflexivo e criativo, encorajando os estudantes a elaborarem

hipóteses e interpretações próprias sobre os temas discutidos em sala. O objetivo não é simplesmente acertar respostas, mas exercitar o pensamento e compreender o erro como parte essencial do processo de aprendizagem. Yasmin reforça essa ideia ao destacar que a educação deve formar indivíduos capazes de pensar criticamente, especialmente em um contexto no qual a informação está facilmente acessível: “Isso vai fazer eles serem seres humanos melhores, do que simplesmente serem os espertalhões que... Ainda mais hoje em dia, que você pode pedir para o ChatGPT responder tudo o que você quer”.

Essa reflexão dialoga diretamente com minha própria experiência como aluno em um modelo convencional de ensino, no qual fui condicionado a buscar respostas certas, sem margem para o erro ou para um pensamento mais investigativo. Desde cedo, aprendi que pensar “demorava demais” e que o importante era acertar rapidamente, o que gerou um medo constante de errar e limitou minha capacidade de explorar ideias e me aprofundar nos processos de aprendizado.

Esse receio não surgiu por acaso, mas foi cultivado por um sistema educacional que valoriza a rapidez e a precisão em detrimento da reflexão. Em um mundo acelerado, onde o tempo para pensar é cada vez mais escasso, a aprendizagem gradativa passa a ser vista como um entrave. Pressionados a encontrar respostas imediatas, os alunos são desencorajados a aprofundar suas questões e, consequentemente, perdem a oportunidade de desenvolver autonomia de pensamento.

O impacto desse modelo rígido se reflete nas dificuldades que muitos estudantes apresentam ao lidar com perguntas abertas ou desafios complexos. Não por incapacidade, mas pelo medo das correções e julgamentos, que inibem a liberdade de pensar e experimentar. Nesse contexto, a abordagem da Pedagogia Waldorf ao valorizar a construção gradual do conhecimento e resgatar o tempo necessário para pensar, permite que seus alunos desenvolvam autonomia e confiança para errar, refletir e reformular suas ideias.

Contudo, permanece o questionamento: em um sistema educacional cada vez mais acelerado, haverá espaço para um aprendizado que respeite o tempo do pensamento? Como garantir que essa abordagem não seja vista como um atraso, mas como um caminho mais profundo e significativo para aprender?

Esses questionamentos nos levam a um desafio que é resgatar a autonomia do pensamento na educação contemporânea. Se continuarmos priorizando apenas a

rapidez e a exatidão, formaremos alunos tecnicamente eficientes, mas intelectualmente limitados. O aprendizado precisa voltar a ser um processo que encoraje a curiosidade, a experimentação e, acima de tudo, a coragem de pensar.

Sobre essa necessidade, o professor Daniel compartilha como adaptou sua prática para tornar o aprendizado mais ativo e participativo:

Antes, eu sentia que eles ficavam muito passivos. Então, sei lá, tinha o experimento, tinha a parte dele que eles faziam, aí depois, no dia posterior ao experimento, a gente discutia e elaborava uma conclusão juntos. Agora, que nem eu falei anteriormente, eu tenho feito muito mais em formato de questões, exatamente para eles não ficarem tão passivos. Então, deles produzirem, enfim. A gente chega na conclusão da mesma maneira (...), mas é importante que antes de escrever essa conclusão na lousa, tenha registros, hipóteses deles registrados. (Daniel)

A partir desse relato, percebe-se como o estímulo à elaboração de hipóteses e ao registro individual transforma os alunos em protagonistas do próprio aprendizado, ampliando o engajamento e a consciência sobre o processo de construção do conhecimento. O caderno, nesse contexto, deixa de ser apenas um local para anotações e passa a funcionar como um espaço autoral, onde cada estudante pode acompanhar sua evolução, revisitar suas ideias iniciais e compreender os caminhos que o levaram às conclusões finais.

Daniel também destaca que essa metodologia favorece diferentes níveis de envolvimento. Há alunos que desenvolvem registros detalhados, enriquecendo o material com pesquisas e reflexões adicionais, enquanto outros se limitam ao essencial. No entanto, independentemente da profundidade de cada registro, o processo de construção dos cadernos oportuniza o desenvolvimento de habilidades fundamentais, como a organização das ideias, a escrita reflexiva e a criatividade: “Tem turmas e tem alunos que, na verdade, o caderno é um grande livro didático, mas tem detalhamento, detalhe das coisas, a pessoa pesquisa coisa extra. Mas tem alunos que não, que é o mínimo que ele faz.” (Daniel).

Assim, a prática pedagógica evolui para garantir que os alunos não apenas acompanhem as discussões conduzidas em sala, mas construam ativamente o próprio conhecimento, alinhando-se aos princípios da Pedagogia Waldorf, que valorizam a autonomia intelectual e o pensamento crítico.

Essa participação ativa dos estudantes se torna visível nos próprios cadernos, que refletem a singularidade de cada percurso de aprendizagem. Na Imagem 5,

observa-se o índice de quatro cadernos diferentes, revelando tanto a organização dos conteúdos quanto as escolhas individuais feitas por cada aluno no registro dos temas trabalhados. Embora apresentem uma estrutura semelhante à de livros didáticos, esses cadernos se diferenciam justamente por serem fruto da autoria dos estudantes, que, a partir de suas observações e reflexões, constroem um material único, consolidando o conhecimento de maneira significativa e personalizada.

Esse caráter autoral também aparece na integração entre texto e imagem. Como pode ser visto na Imagem 6, os estudantes registram uma breve descrição de um experimento acompanhada por um desenho que complementa e aprofunda a explicação textual. Ao unir linguagem visual e escrita, esse recurso fortalece a compreensão do fenômeno estudado e amplia a conexão afetiva com o conteúdo, tornando o aprendizado mais duradouro e significativo.

Dessa forma, o caderno vai além de um simples espaço para anotações escolares. Ele se torna uma ferramenta de expressão, criatividade e reflexão, que permite ao aluno acompanhar seu progresso, revisar suas hipóteses, aprimorar suas conclusões e, sobretudo, desenvolver a confiança para pensar de forma autônoma. Nesse processo, o erro deixa de ser motivo de insegurança e passa a ser reconhecido como parte essencial do caminho formativo, contribuindo para um aprendizado que vai além da memorização e se aproxima da vivência real do conhecimento.

Imagem 5: Índice do caderno de Química.

Índice	ÍNDICE
• A IDEIA DE ÁTOMO..... Pág. 3. • Modelo Atômico de Dalton..... Pág. 4. • Experimento de Rutherford..... Pág. 5, 6. • 1ª Massa atômica de química..... Pág. 7. • 2ª Massa atômica de química..... Pág. 8. • Experimento de Oersted..... Pág. 9. • Na Estação Atômica..... Pág. 10. • Emissão..... Pág. 11. • Distribuição Eletrônica..... Pág. 12. • Energia..... Pág. 13. • Raios de Dobsonina..... Pág. 14. • Rodo Atômico..... Pág. 15. • Eletrolitização..... Pág. 16. • Propriedades físicas..... Pág. 17. • Avaliação 14/03/24..... Pág. 18. • Experimento..... Pág. 19. • 2..... Pág. 20. • Exercício..... Pág. 21. • Ligação Covalente Normal..... Pág. 22. • Ligação Covalente Polar..... Pág. 23. • Continuação..... Pág. 24. • Leis Ponderais..... Pág. 25. • Passo a Passo Estequiometria..... Pág. 26. • Experimento (conclusão)..... Pág. 27. • Avaliação..... Pág. 28. • Exercício..... Pág. 29. • Experimento: Química no Bônus..... Pág. 30.	- Saber dos ácidos - 1 pag - Ácidos e metais - conclusão - 2+3 pag - Tipos de ácidos - 4 pag - Nomenclatura de ácidos e ox. ácidos - 5 pag - Indicador de ácido base - 7 pag - Condutividade - 8 pag - Neutralização - 9 pag - Condutividade - 10 pag - Reações de Neutralização - 11 pag - Nomenclatura de sais - 12 pag - Recristalização - 13 pag - Pressão de vapor (experimento) - 16 pag - pontos de ebulição - 17 pag - pressão de vapor - 18 pag
Índice	ÍNDICE
- Química Orgânica..... 2 - Classificação de Cadeias Carbônicas..... 3 - Hidrocarbonetos e Nomenclatura..... 4 - Nomenclatura de Cadeias..... 5 - Alcanos, Alcenos, Alcinos..... 6 - Nomenclatura de HC de Cadeias Ramificadas..... 7 - Alcinos..... 8 - Compostos Cíclicos..... 9 - Nomenclatura de Compostos Aromáticos..... 10 - Alcoóis, Eteres..... 11 - Aldeídos, cetonas..... 12 - Ácidos Carboxílicos, Éster..... 13	- ISOMERIA - 34 - ISOMERIA PLANA, PLANA DE CADEIA, POSIÇÃO - 35 - ISOMERIA PLANA DE COMPENSAÇÃO - 36 - ISOMERIA DINÂMICA - 37 - ISOMERIA GEOMÉTRICA - 38 - EXEMPLOS - 39

Fonte: Próprio autor.

Imagem 6: Registro textual e visual de um experimento.

The image displays six pages of handwritten student work, organized into three pairs. The top pair (pages 1a and 1b) details a chemical experiment involving iron(II) sulfate and carbon monoxide, including stoichiometric calculations and a diagram of a laboratory setup. The middle pair (pages 2a and 2b) focuses on the concept of neutralization, with page 2a showing a titration procedure and page 2b illustrating the process with a diagram of a beaker and a test tube. The bottom pair (pages 3a and 3b) discusses cryoscopy, with page 3a explaining the principle and page 3b showing a diagram of a beaker and a test tube. The handwriting is in Portuguese, and the work includes various chemical equations, calculations, and diagrams.

PASSO A PASSO
 1º montar a seguinte química balanceada:
 $\text{FeSO}_4 \cdot \text{C} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO}$
 2º montar o aparelho abaixo no laboratório.
 $\text{FeSO}_4 \cdot \text{C} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO}$
 3º montar o dado e a pergunta:
 $\text{FeSO}_4 \cdot \text{C} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO}$
 4º achar a proporção em mol entre o dado e a pergunta.
 $\text{FeSO}_4 \cdot \text{C} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO}$
 5º achar a proporção em mol entre o dado e a pergunta.
 $\text{FeSO}_4 \cdot \text{C} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO}$
 6º achar a proporção em mol entre o dado e a pergunta.
 $\text{FeSO}_4 \cdot \text{C} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO}$

Experimento:
 Para começar o experimento, o professor pegou um balão e misturou o pó de ferro com o pó de carbono. Depois, ele colocou a mistura no tubo de vidro e ligou o aparelho. O gás que saiu do tubo foi coletado em um balão e depois foi levado para o laboratório. O gás foi coletado em um balão e depois foi levado para o laboratório. O gás foi coletado em um balão e depois foi levado para o laboratório.

NEUTRALIZAÇÃO
 O primeiro passo é preparar um ácido fraco, como o ácido acético. Depois, é necessário preparar uma base fraca, como o hidróxido de sódio. A neutralização ocorre quando o ácido e a base reagem, formando uma sal e água. A reação é exotérmica, ou seja, libera calor. A neutralização é um processo muito importante na química, especialmente na indústria e na medicina.

CRIOSCOPIA
 É o abaixamento da temperatura de fusão de um solvente devido à adição de um soluto. Toda mudança de fase ocorre em ambos sentidos. A crioscopia é uma técnica utilizada para determinar a concentração de uma solução. A temperatura de fusão de uma substância pura é sempre a mesma. Quando se adiciona um soluto, a temperatura de fusão diminui. A diminuição da temperatura de fusão é proporcional à concentração do soluto.

Experimento Carboidrato
 Primeiro, vamos preparar uma solução de açúcar. Depois, vamos adicionar um pouco de água. A solução ficará mais líquida. A adição de água diminui a viscosidade da solução. A viscosidade é uma propriedade física que mede a resistência de um fluido ao escoamento. A viscosidade de uma solução depende da concentração do soluto e da temperatura. A viscosidade aumenta com a concentração do soluto e diminui com a temperatura.

Fonte: Próprio autor.

Ao observar os cadernos, é possível compreender como a prática pedagógica, quando fundamentada na autonomia, na reflexão e na autoria, pode transformar o material escolar em uma ferramenta significativa de aprendizagem. No entanto, essa experiência não se consolida apenas por meio de orientações pontuais, mas requer uma cultura construída ao longo do tempo e integrada à rotina escolar. Diante disso, surge uma questão importante: seria possível aplicar esses mesmos princípios em contextos educativos que não seguem a abordagem Waldorf? Que desafios emergem ao tentar adaptar tais práticas a instituições organizadas por outras metodologias e estruturas? A implementação de propostas como a construção do material didático pelos próprios alunos e o ensino baseado na observação e experimentação exige não

apenas mudanças estruturais, mas também uma transformação cultural na forma como o ensino e a aprendizagem são concebidos.

Sobre essa tentativa de adaptação em contextos diferentes, o professor Davi compartilha sua experiência ao aplicar elementos da abordagem Waldorf em outra instituição, destacando tanto as possibilidades quanto os desafios encontrados:

Aqui a gente usa muito o caderno dos alunos, não tem material didático, então a gente trabalha muito com o caderno deles. E eu descobri que quando a gente usa o caderno como instrumento de avaliação, com frequência, eles tendem a trabalhar mais o caderno, tendem a escrever mais, tendem a caprichar mais, e isso melhora o desempenho do aluno na disciplina. Lá na outra escola também não tem material didático. Os alunos têm fichário. Eles não têm o costume de fazer o próprio caderno. E eu tentei levar essa coisa de caderno para lá. Não igual aqui, mas tentei criar lá um instrumento de avaliação que é o caderno. Não deu certo, justamente porque eles não têm esse costume. Fazer com que o aluno vá ali para aquela disciplina de ter o registro sempre, não deu muito certo. (Davi)

A partir dessa fala, percebe-se que a resistência dos alunos decorre do fato de que, naquela instituição, o uso do caderno como ferramenta estruturada de aprendizado não faz parte da cultura escolar. Enquanto na Pedagogia Waldorf esse hábito é cultivado desde os primeiros anos, tornando-se uma prática natural e integrada à rotina, em outras escolas, como a mencionada por Davi, o registro costuma ser pontual e restrito ao que cada aluno considera relevante, sem a exigência formal de um acompanhamento contínuo.

Ainda assim, mesmo diante dessas dificuldades, Davi relata sua insistência em introduzir gradualmente essa prática, buscando incentivar os alunos a adotarem o registro como parte do processo formativo:

Mas eu estou insistindo, sabe, porque eu não estou fazendo igual eu faço aqui, mas de vez em quando eu falo para eles: 'Ó, registra isso no caderno e me entrega pra uma avaliação'. Então eu estou tentando aos poucos fazer com que eles criem, cultivem essa cultura de registrar as coisas no caderno. Mas é muito difícil, porque lá eu sou só um professor fazendo isso. E aqui não, aqui vários professores fazem. (Davi)

Essa experiência evidencia um aspecto essencial da Pedagogia Waldorf que é a necessidade de coerência e continuidade do método dentro da comunidade escolar. O êxito de práticas como o uso do caderno não depende apenas da iniciativa individual de um professor, mas do comprometimento coletivo da equipe pedagógica. Quando essa metodologia é aplicada de maneira consistente por diferentes docentes, os

alunos gradualmente internalizam os hábitos de estudo e reflexão, tornando-se mais abertos e receptivos ao processo de aprendizagem.

Esses desafios mostram que, embora práticas como a aprendizagem experiencial, o ensino baseado na experimentação e a confecção dos cadernos sejam eficazes, sua implementação em contextos distintos exige planejamento cuidadoso e envolvimento da equipe escolar. A resistência dos alunos e a ausência de apoio institucional dificultam a aplicação isolada dessas metodologias, mas a experiência do professor Davi aponta que mudanças graduais podem, aos poucos, criar espaço para inovações pedagógicas, mesmo em escolas que não seguem a abordagem Waldorf.

Nesse cenário, surge um ponto de reflexão fundamental: a ausência de material didático pré-definido, longe de representar uma falta de estrutura, abre espaço para que cada professor construa o percurso de aprendizagem junto à sua turma, respeitando o ritmo e o grau de maturação dos alunos. Essa flexibilidade torna o ensino mais dinâmico e significativo, permitindo que os estudantes participem ativamente da construção do conhecimento e desenvolvam maior autonomia no processo formativo.

Por outro lado, essa proposta exige dos docentes um esforço contínuo, com planejamento cuidadoso, elaboração própria de conteúdos e sensibilidade para atender às necessidades específicas de cada grupo. O ensino sem materiais didáticos padronizados demanda alto nível de comprometimento, preparação constante e, sobretudo, colaboração entre os professores para que o trabalho se mantenha sustentável ao longo do tempo. Nesse contexto, surge uma pergunta inevitável: quantos professores terão fôlego para sustentar esse modelo de forma duradoura?

Para que essa abordagem se viabilize em maior escala, seria indispensável contar com um suporte institucional sólido, capaz de garantir investimentos em formação continuada, infraestrutura adequada e tempo destinado ao planejamento coletivo. Sem esse respaldo, há o risco de que a proposta se torne insustentável, sobrecarregando os educadores e comprometendo seu potencial transformador devido ao desgaste e à falta de condições concretas para sua manutenção.

Assim, a experiência relatada por Davi amplia a reflexão sobre a possibilidade de transpor práticas inspiradas na Pedagogia Waldorf para outros contextos. Mais do que replicar técnicas específicas, o verdadeiro desafio está em repensar a cultura escolar e o sentido atribuído ao aprendizado, criando espaços que valorizem a autonomia, a criatividade e o pensamento crítico. Para que isso ocorra, entretanto, é

necessário o compromisso coletivo de toda a comunidade escolar, garantindo as condições necessárias para que essas práticas possam florescer e se consolidar em diferentes realidades educativas.

Além desse comprometimento com a transformação institucional, outro aspecto central na abordagem Waldorf, especialmente no campo das ciências naturais, é a construção de um pensamento científico fundamentado na observação fenomenológica. No ensino de Química, esse princípio se manifesta na forma como os conteúdos são trabalhados, buscando desenvolver nos alunos uma relação mais profunda e respeitosa com os fenômenos naturais, para além de sua utilidade prática.

Sobre essa questão, a professora Yasmin ressalta a importância de superar a lógica utilitarista frequentemente associada ao pensamento cartesiano. Para ela, limitar a compreensão científica ao valor instrumental dos elementos e fenômenos empobrece o aprendizado e restringe a relação dos estudantes com a natureza. Como exemplifica:

Um dos problemas que eu vejo é que, o pensamento cartesiano, é utilitário. Isso me preocupa em qualquer ensino de ciências, não é? Para mim, me dói profundamente quando alguém fala: 'Isso é um ipê roxo, ele é muito bom para fazer assoalho.' Não, ele é um ipê roxo. Em algum momento, ele pode ser usado ou já foi muito mais usado para fazer assoalho. Mas não é que ele existe em função de. Entendeu? Então eu não posso chegar numa sala de aula e falar: 'O metal platina serve para ser catalisador de tal e tal coisa.' Não. Ele é platina. Os seres humanos, às vezes, o usam como catalisador. (Yasmin)

Essa perspectiva rompe com uma visão reducionista da ciência, que frequentemente define os fenômenos apenas por sua utilidade prática. Em vez de limitar a aprendizagem a aplicações tecnológicas e econômicas, Yasmin propõe um olhar mais amplo e reflexivo, incentivando os alunos a reconhecerem a complexidade dos fenômenos naturais em si mesmos, antes de considerarem sua função na sociedade.

Esse princípio orienta seu ensino de Química, especialmente em temas como o estudo do petróleo, onde ela estimula debates sobre os impactos ambientais e sociais desse recurso. Em vez de apenas apresentar sua composição química, Yasmin provoca reflexões sobre seu ciclo natural e as consequências de sua extração e uso, incentivando os alunos a analisarem diferentes perspectivas e a questionarem o papel da ciência na sociedade.

Se você perguntar para alguém, um xamã de algum lugar, ele pode dizer: 'O que é isso? Uma substância negra, poluente, malcheirosa, que jorra dos quintos dos infernos, que é lá no subsolo. Isso aqui deve ser uma coisa do capeta.' É a visão dele. Para um árabe, é ouro negro. Eu acho que trazer o máximo possível de vertentes para uma sala de aula é essencial. (Yasmin)

Ao propor discussões como "O que vocês acham da ideia de tirarmos do subsolo algo que a natureza enterrou há milhões de anos e devolvê-lo para a atmosfera?", Yasmin amplia a compreensão dos alunos, conectando a ciência a reflexões éticas, culturais e ambientais. Esse método permite que os estudantes questionem diferentes perspectivas, sem que uma única visão seja imposta. Para ela, o ensino de ciências deve manter um olhar aberto, reconhecendo que novas teorias e descobertas podem surgir.

O professor Daniel também reflete sobre o papel do pensamento científico na Pedagogia Waldorf, destacando que essa abordagem valoriza o percurso da ciência, desde a observação do fenômeno até a formulação de conclusões. Em vez de apresentar um modelo fixo de investigação, a Pedagogia Waldorf propõe um aprendizado mais orgânico e interativo, que reflete o processo colaborativo dos cientistas:

Há mais de um tipo de pensamento científico. Eu acho que a Pedagogia Waldorf contribui para esse pensamento científico dos alunos porque eu sinto que, de maneira geral, a gente tenta ou a gente mostra um pouco o caminho da própria ciência. Então, eu não acredito também que tem passo a passo no método científico, sei lá, tipo, passo um... Não, é muito além disso, na verdade. Por exemplo, numa sala de aula, quando a gente faz algum experimento ou discute alguma coisa, é um caminho científico que está sendo feito ali. Então a gente tem um fenômeno, a partir desse fenômeno, a gente discute, a gente ouve diferentes opiniões sobre o mesmo fenômeno e a gente tenta chegar a um consenso sobre esse fenômeno. Então, falar sobre ciência também é falar sobre você discordar, mas com o embasamento de alguma ideia de um outro colega cientista. Eu acho que a gente consegue fazer isso dentro da Pedagogia Waldorf. (Daniel)

A partir dessa fala, observa-se que o desenvolvimento do pensamento científico na Pedagogia Waldorf não se apoia em fórmulas prontas ou em um método rígido de etapas a serem seguidas. Ao contrário, a proposta busca reproduzir em sala de aula a própria dinâmica da ciência, em que diferentes interpretações surgem, são discutidas e, a partir do confronto de ideias fundamentadas, um entendimento coletivo vai sendo construído.

Nesse processo, os alunos são convidados a observar os fenômenos, levantar hipóteses, debater com os colegas e chegar a conclusões por meio da argumentação

e do diálogo, aproximando-se da vivência real da ciência. Em vez de priorizar apenas a transmissão de conteúdos técnicos, o foco está no desenvolvimento de habilidades fundamentais, como o raciocínio lógico, o pensamento crítico e a capacidade de defender ideias com base em evidências.

Assim como acontece na prática científica, discordar faz parte do processo, desde que seja com base em argumentos consistentes e observações compartilhadas. Dessa forma, o ensino de Química na Pedagogia Waldorf ultrapassa a simples aplicação de procedimentos experimentais e se transforma em um exercício coletivo de investigação, em que a construção do conhecimento ocorre por meio da participação ativa, do respeito às diferentes perspectivas e da busca por consensos fundamentados.

No entanto, o professor Davi pondera que, apesar de a abordagem Waldorf estimular a argumentação e o raciocínio lógico, ela não contempla todas as etapas do método científico. Na prática, a sequência de observação, discussão e formulação de hipóteses geralmente se encerra sem a possibilidade de retornar aos experimentos para testar novas hipóteses ou validar resultados:

O método científico como ele é, a gente consegue trabalhar alguns passos naturalmente aqui. Quando eles assistem a um experimento, eles estão fazendo a observação. E aí, quando chegam na parte da discussão, estão elaborando hipóteses (...). Mas é um processo mais argumentativo do que experimental. No método científico, depois da teoria, você teria que voltar para o experimento e testar outras coisas, o que a gente não faz aqui. (Davi)

Essa limitação aponta para um dos desafios do ensino de ciências na Pedagogia Waldorf: a dificuldade de conduzir experimentos em um ciclo contínuo de observação, formulação de hipóteses e validação empírica. O método Waldorf prioriza a construção reflexiva do conhecimento, sem enfatizar a repetição experimental, que é um dos pilares do método científico.

O Professor Davi reconhece essa restrição e lamenta a ausência de etapas fundamentais do método científico, como a reformulação de hipóteses com base em novos experimentos. No entanto, ele argumenta que a abordagem Waldorf desenvolve a capacidade dos alunos de pensar criticamente e resolver problemas de forma lógica, o que considera a essência do pensamento científico:

Eu acho que eles não têm uma educação científica aqui, sabe? Em termos de ciência tradicional. Mas uma parte importante da ciência tradicional eles

desenvolvem aqui muito mais do que em qualquer outro lugar, que é a parte de raciocinar sobre o problema e tentar resolver através de raciocínio lógico. Isso eu acho fundamental no método científico todo, acho que essa é a parte mais importante. (Davi)

Essa reflexão demonstra que a abordagem propõe uma visão ampliada da ciência, indo além da técnica e da validação empírica para incluir reflexões sobre o impacto dos fenômenos naturais e tecnológicos na sociedade. Em vez de tratar a ciência apenas como um conjunto de verdades absolutas, o ensino de Química na Waldorf incorpora uma dimensão filosófica e ética, frequentemente negligenciada no ensino convencional. Esse modelo desafia a visão reducionista da ciência como um campo exclusivamente técnico, incentivando os alunos a analisarem o contexto histórico, cultural e social das descobertas científicas.

Davi acredita que, ao ingressarem em cursos superiores de ciências, os alunos da Waldorf podem ter uma base mais sólida para explorar os aspectos técnicos do método científico justamente por já terem desenvolvido uma habilidade argumentativa diferenciada:

Eu imagino que um aluno que sai daqui da Escola Waldorf e entre num curso de Química, num curso de Física, sei lá, qualquer curso que o método científico seja trabalhado, acredito que ele está com uma base muito mais sólida do que qualquer outro aluno que venha de uma escola tradicional, que acho que não teve nada de formação científica, praticamente. (Davi)

Mesmo sem seguir todas as etapas do método científico convencional, a abordagem Waldorf proporciona uma formação diferenciada, na qual os alunos desenvolvem habilidades fundamentais para o pensamento científico, preparando-se para desafios acadêmicos futuros.

A professora Yasmin reforça essa visão ao destacar que a abertura para múltiplas perspectivas no ensino de ciências permite que os alunos compreendam o contexto histórico e cultural do conhecimento científico, promovendo um olhar mais amplo e crítico. Ela exemplifica essa abordagem ao ensinar a teoria da evolução:

Por exemplo, ensinar a teoria da evolução no 12º ano, que é o terceiro colegial. Então a gente pode dizer o seguinte: 'Olha, teve a teoria de Darwin, a de Lamarck (...), e a ciência toma como muito plausível essa teoria da evolução. Mas existe o criacionismo, que é muito mais antigo, e que conta e que diz isso, isso, isso. (...) Nos livros sagrados de todas as religiões, não só da judaico-cristã e do islamismo, mas em outros, a cultura indígena sempre teve deuses criadores. Então, nós temos que levar em conta que mais da

metade da humanidade acredita que tudo que tem na natureza existiu por causa disso'. (Yasmin)

Essa abordagem amplia a visão dos alunos sobre a construção das teorias científicas e os incentiva a refletir sobre como o conhecimento é produzido ao longo do tempo, considerando diferentes perspectivas. Para Yasmin, o ensino de ciências não deve impor uma única visão de mundo, mas apresentar múltiplas formas de compreender a realidade:

Eu acho que trazer todas essas, o máximo possível de vertentes para uma sala de aula é essencial (...). Então, mesmo esse conhecimento científico, por outro lado, o princípio da incerteza do Heisenberg, que nós mesmos influenciamos nesses resultados, é muito importante. (Yasmin)

Essa perspectiva está alinhada ao que Mitchell (2012) destaca como uma das principais forças do método Waldorf: a valorização da diversidade de pensamento e a integração entre ciência, história e cultura. Ele argumenta que essa abordagem amplia o conceito de ciência ao incluir contextos históricos, culturais e filosóficos, promovendo uma visão mais integrada e humana do conhecimento científico.

Ao reconhecer que a ciência não é um conjunto fixo de verdades, mas um processo dinâmico e em constante evolução, a Pedagogia Waldorf prepara os alunos para compreenderem a complexidade do mundo contemporâneo. Essa metodologia estimula a curiosidade, o questionamento e a investigação, desafiando modelos convencionais de ensino, que frequentemente apresentam a ciência como um corpo de fatos isolados. Em vez disso, propõe uma educação científica mais reflexiva, contextualizada e aberta às incertezas e transformações do conhecimento.

Essa abordagem diferenciada se reflete também na relação dos alunos com o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e o ingresso no ensino superior. O professor Davi observa que os estudantes da Waldorf costumam lidar com essa questão de maneiras distintas. Enquanto alguns se preparam de maneira independente para ingressar na universidade logo após o ensino médio, a maioria opta por postergar essa decisão e buscar um cursinho preparatório posteriormente:

Na maioria dos casos, eles deixam para fazer cursinho. Eu tive vários alunos da minha turma que já sabiam que iam fazer cursinho. E tudo bem, não era um problema. Lá no cursinho, eu penso o que eu vou fazer, onde eu vou fazer e tal. E tudo bem, não vejo problema nenhum nisso. (Davi)

Por outro lado, um grupo menor de alunos, mais autônomo e determinado, busca complementar os conteúdos por conta própria, estudando além do que é apresentado em sala e procurando os professores para esclarecer dúvidas específicas. Davi menciona o caso de estudantes que tomaram a iniciativa de buscar oportunidades acadêmicas no exterior:

Alguns, um ou outro mais acordado, que já queria sair daqui pra uma faculdade, buscava sozinho o que precisava fazer. Tive duas alunas que saíram daqui e foram para o exterior. (...) Uma foi fazer cinema nos Estados Unidos, e lá tem todo aquele esquema de você aplicar pra uma vaga, levar carta de recomendação e passar por aquele processo seletivo todo. E ela foi atrás de tudo, se virou e está lá fazendo. (Davi)

A ausência de uma pressão institucional para o vestibular pode ser vista como uma vantagem, pois permite que os alunos se concentrem plenamente no ensino médio e amadureçam suas escolhas ao longo do tempo. Davi enfatiza que os tutores desempenham um papel importante nesse processo, orientando os alunos sem impor uma urgência artificial:

Como não tem essa pressão do vestibular aqui, eles meio que não esquentam muito a cabeça, e eu não vejo problema nisso. Na verdade, para mim, acho até uma vantagem. Eles estão aqui agora no ensino médio, e é isso que tem que terminar bem terminado. (Davi)

A professora Yasmin também observa que, em sua experiência, os alunos da Pedagogia Waldorf não demonstram grande preocupação com o ENEM, e nem mesmo os pais parecem ter expectativas tão altas em relação à avaliação: “Eles não ficam muito preocupados, não. E muitas vezes os pais também, numa escola Waldorf, não têm uma expectativa assim tão grande.”

Ela atribui esse comportamento à cultura educacional Waldorf, que prioriza a formação integral dos alunos, em vez de focar exclusivamente nos resultados em exames. O professor Daniel reforça essa perspectiva ao destacar que a ausência de pressão pelo vestibular é uma característica marcante do ensino Waldorf, o que ele considera uma vantagem. Para ele, essa abordagem permite que os alunos vivam plenamente a experiência do ensino médio, sem a necessidade de antecipar preocupações que podem ser resolvidas posteriormente.

Entretanto, como apontam Salchegger, Wallner-Paschon e Bertsch (2021), essa falta de ênfase nas avaliações padronizadas pode representar um desafio na

mensuração do aprendizado e no desenvolvimento de habilidades analíticas específicas. Para mitigar esse possível impacto, a combinação de práticas investigativas com estratégias de avaliação formativa poderia enriquecer ainda mais o aprendizado, preparando os alunos para demandas externas sem comprometer os princípios da pedagogia Waldorf.

Apesar desse cenário, a professora Yasmin ressalta que a principal habilidade exigida no ENEM é a interpretação de texto, algo já trabalhado de forma consistente dentro da abordagem Waldorf, especialmente nas aulas de língua portuguesa: “Para fazer o ENEM, você tem que aprender a ler e interpretar texto. Atualmente é muito isso. Então isso já é uma tentativa que os professores de português já fazem muito, mesmo na Escola Waldorf.”

No entanto, ela reconhece que essa despreocupação com o exame pode variar conforme a região e a escola. Em algumas instituições de Minas Gerais, por exemplo, há maior pressão para atender às demandas das avaliações estaduais e nacionais:

Eu acredito que isso deve variar de escola para escola, de região para região. (...) A Escola de Juiz de Fora sofre com isso, né? De que tem avaliações no décimo ano, no décimo primeiro, no décimo segundo. Aqui em São Paulo não tem isso. E realmente, lá no final, o ENEM, mas eles não têm uma grande preocupação, não. (Yasmin)

O professor Daniel complementa essa perspectiva ao analisar as diferentes atitudes dos alunos em relação ao vestibular. Ele observa que os estudantes da Waldorf geralmente se dividem em três grandes grupos:

Tem alunos que se interessam mais nos vestibulares, acho que tem três grandes grupos, na verdade, quando eu olho. Tem aluno que quer passar esse ano, porque tem que passar na faculdade esse ano. Tem aluno que não, que a família apoia fazer cursinho. A pessoa que entra na faculdade e a família apoia, tipo, faz o ensino médio aí e no ano que vem paga um cursinho. E tem outro grupo que quer fazer intercâmbio, que não quer pensar em vestibular agora. (Daniel)

O primeiro grupo, composto por alunos que têm como objetivo imediato ingressar na universidade, costuma buscar conteúdos complementares por conta própria e recorrer aos professores para esclarecer dúvidas:

Esse grupo que está focado no vestibular não é um grupo grande. E aí, as estratégias que esses grupos têm utilizado, esse grupo que está focado no vestibular, é estudar além daquilo que é dado. Então, a própria pessoa às

vezes vai atrás de estudo, de alguma coisa, e aí me procura ou procura outro professor para tirar dúvida daquilo que ele estudou a mais e que não foi visto ali durante a aula. (Daniel)

Já o segundo grupo, mais numeroso, não encara o vestibular como uma prioridade ao longo do ensino médio. Esses alunos costumam intensificar os estudos nos meses que antecedem o ENEM, mas estão tranquilos quanto à possibilidade de fazer cursinho posteriormente:

Esse outro grupo, por exemplo, que vai prestar vestibular, mas não é o grande foco, é isso, assim, né? Em outubro, em setembro, um mês antes do ENEM, começa a estudar, quer estudar, quer estudar, quer estudar, mas não é algo, assim, pensado desde o primeiro dia de aula do terceiro ano do ensino médio. (Daniel)

Por fim, há um terceiro grupo que não tem o vestibular como preocupação central, seja porque pretende fazer intercâmbio, seja porque ainda não definiu seus planos para depois do ensino médio.

Os relatos dos professores evidenciam que, embora o método Waldorf ofereça estratégias engajantes para o aprendizado, ele também enfrenta desafios contemporâneos, como a distração digital e a ansiedade. No entanto, esses desafios não são exclusivos dessa pedagogia. Estudos sobre o uso da Inquiry-Based Science Education (IBSE) indicam que abordagens investigativas e fenomenológicas, como as praticadas nas escolas Waldorf, promovem maior motivação e engajamento dos alunos, mas podem apresentar limitações no desempenho acadêmico em avaliações padronizadas (Salchegger, Wallner-Paschon e Bertsch, 2021).

Por exemplo, o desempenho inferior dos estudantes Waldorf no Programme for International Student Assessment³³ (PISA), mesmo após o controle de fatores socioeconômicos, sugere a necessidade de equilibrar a motivação emocional com o desenvolvimento de competências acadêmicas formais. Para lidar com essas dificuldades, os professores têm adaptado suas práticas, incorporando atividades mais interativas e reflexivas, além de criar momentos de concentração dentro da sala de aula.

³³ De acordo com o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa) é um estudo comparativo internacional realizado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que avalia estudantes de 15 anos em leitura, matemática e ciências, vinculando seus desempenhos a fatores socioeconômicos e educacionais (Brasil). Os resultados auxiliam os países na análise e formulação de políticas educacionais. O Brasil participa do Pisa desde 2000, sob coordenação do Inep.

Além disso, Salchegger, Wallner-Paschon e Bertsch (2021) destacam que a eficácia de métodos investigativos como o IBSE depende diretamente do grau de orientação oferecida pelos professores. O enfoque da abordagem Waldorf na formação integral do aluno, priorizando o desenvolvimento de uma postura reflexiva e investigativa em relação à ciência, está alinhado a uma visão mais ampla de educação.

Apesar dos desafios, a abordagem Waldorf estimula reflexões éticas e sociais, contribuindo para a formação de cidadãos mais conscientes e engajados. No entanto, a inclusão de revisões sistemáticas ou retomadas de experimentos poderia fortalecer a consolidação dos conceitos fundamentais, equilibrando motivação e desempenho acadêmico. Dessa forma, o método pode evoluir para atender melhor às demandas contemporâneas, incluindo avaliações externas como o ENEM, sem perder seu foco na formação integral dos estudantes.

Além da relação com o ENEM, os professores também compartilharam observações sobre o engajamento dos alunos e os desafios enfrentados na aprendizagem, destacando aspectos como comportamento, concentração e ansiedade dos estudantes. O professor Daniel reconhece essas dificuldades, especialmente em atividades experimentais que exigem maior atenção. Ele relata que, em turmas mais agitadas, muitas vezes precisa conduzir os experimentos mesmo diante da dispersão dos alunos, confiando que, ao longo do processo, conseguirá gradualmente despertar o interesse deles:

Às vezes, eles estão caóticos, e aí é aquilo, assim, eu tenho momentos que eu estou fazendo experimento e continuo fazendo. A turma pode estar um caos. Tipo, aí tem alguns ali comigo, eu faço. E aí eu vejo que eu vou prendendo a atenção de alguns. Aí esses alguns vão querendo ver também, os outros vão vindo, enfim. Então é um pouco nesse sentido, assim. Eu não acho que a gente pode abrir mão disso. (Daniel)

Embora o método investigativo seja fundamental para estimular a autonomia e o pensamento crítico, sua eficácia depende de um equilíbrio entre a exploração autônoma dos alunos e uma orientação estruturada por parte do professor. Como destaca o estudo sobre Inquiry-Based Science Education (IBSE), sem essa mediação, atividades investigativas podem levar à dispersão e comprometer a profundidade da compreensão científica (Salchegger, Wallner-Paschon e Bertsch, 2021). Nesse sentido, Daniel enfatiza que não renuncia aos experimentos, mesmo quando enfrenta

desafios com a atenção dos alunos. Para ele, essas atividades são essenciais para o desenvolvimento da observação e do foco, contribuindo para a formação de um olhar mais atento e questionador diante dos fenômenos científicos.

A professora Yasmin reforça essa dificuldade, apontando que fatores como o uso excessivo de telas e o impacto da pandemia contribuíram para a redução da capacidade de concentração dos alunos. Ela observa que muitos estudantes, especialmente aqueles transferidos de outras escolas, enfrentam um período de "abstinência" pela ausência de dispositivos eletrônicos no ambiente escolar Waldorf: "Se ele vem aos 15 anos de idade, nossa, ele chega a sofrer de abstinência pela falta de tela."

Ademais, Yasmin menciona estudos que demonstram como a simples notificação de um celular pode interromper a concentração por mais de 20 minutos, impactando diretamente a qualidade do aprendizado: "Teve até um estudo de que você demora mais de 20 minutos para se concentrar de novo só de ouvir a vibração ou um toque de celular, mesmo sem entender. Você perde o foco."

Diante desse cenário, a Pedagogia Waldorf prioriza atividades manuais, artísticas e reflexivas como forma de contrabalançar os efeitos negativos do uso excessivo de tecnologia. Yasmin ressalta que muitas famílias optam por essa abordagem justamente para reduzir a exposição dos filhos às telas. Ela destaca que a escola onde leciona mantém uma postura rigorosa em relação ao uso de dispositivos eletrônicos: A escola que eu leciono, muito pelo contrário, a gente não pretende de forma nenhuma e os pais concordam com isso. Muitos pais falam, eu matriculei aqui justamente por causa disso. Meu filho não ficar exposto tanto às telas.

Já o professor Davi destaca a ansiedade dos estudantes como um dos maiores obstáculos ao aprendizado, associando esse fenômeno à dinâmica acelerada das telas, onde as informações são consumidas rapidamente, sem tempo para reflexão. Ele observa que muitos alunos têm dificuldade em escutar e observar, habilidades fundamentais para a realização de experimentos no método Waldorf. Essa impaciência compromete a absorção do conteúdo, como ele ilustra ao relatar casos em que os estudantes interrompem constantemente suas explicações:

Eles não conseguem se segurar alguns alunos dez segundos para esperar o que o professor vai falar. Está num nível absurdamente gritante de ansiedade. (...) Então, assim, a ansiedade está afetando de uma coisa, porque o experimento, para ser bem-feito, você precisa estar calmo, você não pode

querer adivinhar o que vai acontecer, senão você não observa direito o experimento. (Davi)

Além disso, Davi percebe que, durante os experimentos, muitos alunos tentam prever os resultados em vez de realmente observá-los, o que prejudica a experiência e o aprendizado. Para lidar com essa dificuldade, ele passou a dedicar parte do tempo da aula para atividades que antes eram realizadas em casa, como o registro nos cadernos, criando um ambiente mais propício para a reflexão e a concentração:

Então, cada vez mais a gente está pegando coisas que antes a gente mandava como tarefa de casa para a aula. Então, fazer o caderno, por exemplo, eu não fazia em aula. (...) Agora não, eu já estou tomando um momento em aula para eles fazerem isso. Para eles terem um momento controlado ali por mim, de silêncio, de calma, de olhar para quilo, de escrever alguma coisa ali sem olhar para o celular. (Davi)

A partir desse relato, observa-se que o professor Davi adotou a estratégia de transferir para o ambiente da sala de aula atividades que antes eram realizadas em casa, como o registro no caderno, com o objetivo de garantir um espaço de concentração e silêncio, livre de distrações. Embora essa adaptação tenha surgido como uma resposta prática às dificuldades de atenção e envolvimento dos alunos durante e após os experimentos, ela levanta uma questão importante no contexto da Pedagogia Waldorf. Ao trazer para o controle do professor uma tarefa originalmente pensada para ser feita de forma autônoma, corre-se o risco de enfraquecer justamente uma das bases da proposta pedagógica: o desenvolvimento da autonomia dos estudantes. O que antes era um exercício individual de responsabilidade e auto-organização fora do ambiente escolar passa a ser conduzido sob supervisão direta, o que pode limitar a liberdade dos alunos para se apropriarem do próprio processo de aprendizagem.

Diante dos relatos dos professores e das práticas descritas, é possível perceber que o desenvolvimento da genuína vontade de aprender nos alunos está intimamente ligado à organização cuidadosa e intencional do percurso pedagógico. Mais do que transmitir conteúdos prontos, a proposta investigada valoriza a experiência direta com os fenômenos, a construção coletiva do conhecimento e a autonomia no pensar, elementos essenciais para que o desejo de compreender surja de forma autêntica.

Os exemplos trazidos pelas professoras Yasmin e pelos professores Daniel e Davi revelam que essa vontade de aprender emerge quando os estudantes são

convidados a se envolver ativamente com os processos, seja por meio da observação fenomenológica, da experimentação prática, da elaboração de registros próprios ou da participação em debates e reflexões que conectam a ciência ao mundo real. O engajamento cresce à medida que o conteúdo ganha sentido para os alunos, ao ser vinculado a aspectos históricos, culturais e sociais, como demonstrado na abordagem da fermentação, na discussão sobre agrotóxicos ou no estudo do petróleo.

Outro ponto fundamental é o respeito ao tempo de amadurecimento dos alunos, tanto no aspecto cognitivo quanto emocional. A prática descrita evidencia a importância de considerar as etapas do desenvolvimento humano na organização dos conteúdos e das experiências de aprendizagem. Ao conectar fenômenos químicos às vivências interiores dos adolescentes, como as polaridades emocionais no estudo de ácidos e bases ou as forças invisíveis do átomo em paralelo às tensões internas da juventude, os professores criam pontes que potencializam o interesse genuíno e despertam a curiosidade investigativa.

No entanto, para que esse percurso possa, de fato, se consolidar e garantir a emergência da vontade genuína de aprender nos alunos, algumas estratégias pedagógicas aparecem como essenciais e estruturantes. Entre elas, destaca-se, em primeiro lugar, o ensino por épocas, que possibilita o aprofundamento contínuo de um mesmo tema ao longo de semanas inteiras, garantindo tempo e espaço para que a experiência, a observação e a reflexão amadureçam de forma orgânica. Esse formato rompe com a fragmentação tradicional do currículo e assegura a imersão necessária para que o conteúdo se torne significativo e integrado ao desenvolvimento dos estudantes.

Outro elemento indispensável nesse processo é a confecção do caderno como material didático próprio dos alunos. Ao construir seus registros de forma autoral, com textos, desenhos e esquemas que refletem sua vivência e compreensão dos fenômenos estudados, os estudantes passam a atuar como protagonistas do próprio aprendizado. O caderno, nesse sentido, deixa de ser apenas um suporte para anotações e torna-se um verdadeiro diário de descobertas, permitindo o exercício do pensamento próprio, a retomada de hipóteses, o aprimoramento das ideias e a consolidação de conhecimentos de maneira pessoal e significativa.

Por fim, todo esse percurso só se sustenta porque há, na base da proposta, uma concepção diferenciada sobre o pensamento e o conhecimento científico. Ao invés de apresentar a ciência como um corpo fixo de verdades acabadas, a

abordagem adotada compreende o conhecimento como algo em constante construção, que surge da observação atenta dos fenômenos, do debate de ideias e da busca coletiva por explicações. Esse olhar sobre a ciência, que valoriza tanto a dimensão histórica quanto cultural e filosófica dos saberes, oferece aos alunos a possibilidade de perceberem que podem e devem participar ativamente desse movimento investigativo, sentindo-se parte da construção do conhecimento humano.

Portanto, ao retomar os aspectos centrais apresentados, compreende-se que a genuína vontade de aprender não nasce de maneira espontânea ou isolada, mas exige a articulação intencional de práticas pedagógicas que respeitem o tempo de amadurecimento dos alunos, promovam experiências significativas e ofereçam suporte para o desenvolvimento do pensamento autônomo. É nesse ambiente cuidadosamente cultivado, sustentado pelo ensino por épocas, pela autoria nos cadernos e por uma visão ampla e crítica da ciência, que a curiosidade floresce e o conhecimento se transforma em um verdadeiro caminho interior de descoberta e compreensão.

5.3 CONSIDERAÇÕES

A análise realizada permitiu compreender que a formação dos professores desempenha um papel central no ensino de Química na Pedagogia Waldorf. A transição de uma prática pedagógica convencional para uma abordagem fenomenológica e vivencial exige do docente não apenas a reestruturação de suas aulas, mas também um processo contínuo de transformação pessoal e profissional. Esse percurso demanda tempo, estudo e experiência, pois o professor precisa se aprofundar na metodologia para estabelecer conexões significativas entre os conteúdos químicos, o ser humano e a natureza — princípios fundamentais da proposta Waldorf. Embora existam materiais de apoio, como obras e relatos de práticas consolidadas, esse caminho inicial apresenta desafios, sobretudo para aqueles que ingressam na pedagogia e buscam articular teoria e prática de forma integrada.

Além da formação docente, as práticas pedagógicas observadas revelam aspectos fundamentais da abordagem Waldorf, entre eles o ensino por épocas, o uso dos cadernos como material didático e avaliativo, e a valorização da experimentação

e da observação como pontos de partida para a construção do conhecimento. Essas práticas favorecem a autonomia dos estudantes e promovem um aprendizado ativo, no qual os alunos são estimulados a pensar, questionar e registrar suas próprias hipóteses e conclusões. Assim, deixam de ser meros receptores de conteúdo para se tornarem protagonistas de seu próprio processo formativo. No entanto, conforme relatado pelos professores, tais práticas precisam ser constantemente adaptadas para manter o engajamento das turmas, considerando as especificidades de cada grupo e os desafios cotidianos da sala de aula.

No contexto contemporâneo, observa-se que, apesar de suas potencialidades, a Pedagogia Waldorf também enfrenta desafios que impactam diretamente o ensino de Química. A distração digital, o aumento da ansiedade entre os alunos e a redução da capacidade de concentração afetam o ritmo das aulas e exigem novas estratégias por parte dos professores. Além disso, a proposta pedagógica demanda um alto nível de planejamento, sensibilidade e preparo, o que pode levar à sobrecarga docente, especialmente em contextos com pouco apoio institucional ou equipes pedagógicas reduzidas.

Diante desse cenário, mais do que replicar técnicas e metodologias, a experiência Waldorf convida à reflexão sobre a cultura escolar e o significado do aprendizado. Para que autonomia, criatividade e pensamento crítico sejam efetivamente desenvolvidos, é essencial que toda a comunidade escolar esteja comprometida com esse processo, oferecendo condições adequadas para sua realização. Investir na formação continuada dos professores, criar espaços de troca entre escolas e fortalecer a colaboração docente são estratégias fundamentais para que a pedagogia se mantenha viva, capaz de dialogar com os desafios contemporâneos e proporcionar aos alunos uma experiência de aprendizado significativa, sensível e transformadora.

Como toda investigação científica, esta pesquisa também enfrentou limitações que precisam ser destacadas, tanto no processo de coleta de dados quanto nas possibilidades de generalização dos resultados. Um dos principais desafios foi a limitação geográfica, pois a pesquisa foi conduzida em uma única escola Waldorf. Embora essa instituição represente muitas das práticas típicas dessa abordagem pedagógica, é necessário reconhecer que especificidades locais e culturais podem influenciar a aplicação dos princípios Waldorf em outras escolas, o que restringe a generalização das conclusões para todas as instituições que adotam essa pedagogia.

Além disso, o número reduzido de professores entrevistados representou outra limitação, restringindo a amplitude das percepções coletadas. Embora as entrevistas tenham fornecido dados qualitativos ricos e aprofundados, uma amostra maior poderia oferecer uma visão mais abrangente e representativa sobre as práticas e os desafios enfrentados pelos docentes de Química nas escolas Waldorf.

Por fim, a própria abordagem metodológica, baseada na análise qualitativa de conteúdo, apresenta limitações inerentes ao seu caráter interpretativo e subjetivo. A análise dos dados foi construída a partir da percepção do pesquisador e, ainda que o rigor metodológico tenha buscado mitigar vieses, é impossível eliminá-los completamente. Assim, outras interpretações podem emergir do mesmo conjunto de dados, dependendo do olhar e do contexto do pesquisador

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa se insere nas discussões sobre o ensino de química, tendo como ponto de partida uma contextualização histórica sobre a construção da química enquanto ciência e sobre a consolidação do ensino dessa disciplina no Brasil. Tal contextualização permitiu identificar as características que permeiam o ensino da química ao longo do tempo, evidenciando tanto avanços quanto desafios que ainda persistem na atualidade. Diante desses desafios, a pedagogia Waldorf se apresenta como uma abordagem que busca superá-los ou oferecer alternativas para sua superação. Por essa razão, este estudo aborda o ensino de química sob dois aspectos fundamentais: o histórico e o teórico-pedagógico, analisando como essa proposta pode contribuir para o ensino dessa ciência.

Nesse sentido, compreender a história da química torna-se essencial para repensar o ensino da disciplina. O resgate das rupturas, continuidades e transformações do conhecimento químico ao longo do tempo demonstra que a química não deve ser vista como um conjunto de verdades absolutas e imutáveis, mas sim como um saber dinâmico, em constante evolução e influenciado por fatores históricos, sociais e culturais. Ignorar essa perspectiva no ensino significa restringir a aprendizagem a conteúdos descontextualizados, distanciando a química das motivações humanas que impulsionaram seu desenvolvimento. Assim, incorporar essa abordagem ao ensino, incluindo sua presença na formação de professores, é fundamental para promover uma visão mais ampla e reflexiva da ciência.

Da mesma forma, a pesquisa evidenciou que a história do ensino de química no Brasil ainda é um campo em consolidação, marcado pela fragmentação das informações e pela escassez de estudos específicos. A estruturação do ensino dessa ciência foi fortemente impactada por reformas educacionais, pela criação de instituições formadoras e por esforços para integrar teoria e prática, com ênfase na experimentação. No entanto, desafios persistentes, como dificuldades na formação docente e limitações estruturais, continuam a impactar a maneira como a química é ensinada, dificultando a adoção de metodologias mais integrativas e contextualizadas.

Foi a partir desse contexto histórico e educacional que esta pesquisa se dedicou a investigar como o ensino da química ocorre na pedagogia Waldorf. Os resultados indicaram que essa abordagem se diferencia profundamente do ensino

convencional, pois se fundamenta na fenomenologia de Goethe e na filosofia educacional de Rudolf Steiner. Em contraste com o modelo convencional, que frequentemente apresenta os conceitos de forma fragmentada e abstrata, a pedagogia Waldorf prioriza a experiência sensorial e a observação direta dos fenômenos como ponto de partida para a construção do conhecimento. Esse método evita a memorização mecânica e promove um aprendizado mais orgânico e significativo, no qual os conceitos emergem da vivência dos estudantes.

Nesse sentido, a pesquisa revelou que a pedagogia Waldorf se insere como uma alternativa ao ensino convencional ao buscar superar a fragmentação e a abstração excessiva. O currículo Waldorf respeita as etapas de desenvolvimento dos estudantes, organizando os conteúdos de forma gradual e integrada, alinhando-os às capacidades cognitivas e emocionais de cada faixa etária. Dessa maneira, temas como combustão, estados da matéria, respiração e fotossíntese são trabalhados em conexão com os processos naturais e as atividades humanas, tornando o aprendizado mais conectado com a realidade dos alunos.

Outro aspecto central identificado na pesquisa foi o papel do professor na pedagogia Waldorf. Mais do que um transmissor de conhecimentos, o docente atua como mediador sensível, conduzindo as aulas por meio da escuta atenta, da observação das necessidades das turmas e da adaptação contínua dos conteúdos. Os professores relataram que a flexibilidade e a recriação constante das estratégias didáticas são essenciais para que as aulas realmente dialoguem com o desenvolvimento dos alunos. Isso evidencia que o ensino Waldorf não é um modelo fixo a ser replicado, mas sim um caminho pedagógico que exige estudo contínuo, reflexão e sensibilidade por parte do educador.

Entre as principais estratégias pedagógicas, os cadernos se destacam como um recurso fundamental para promover autonomia e protagonismo no aprendizado. Em vez de utilizarem livros didáticos padronizados, os alunos constroem seus próprios registros de aprendizagem, desenhando, escrevendo e refletindo sobre suas observações e experimentações. Esse processo fortalece a autoria e a criatividade dos estudantes, além de proporcionar uma relação mais ativa e personalizada com o conhecimento, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento científico de maneira mais significativa.

Além disso, a pesquisa identificou o impacto emocional e intelectual da abordagem fenomenológica no ensino de química. Experimentos simples, como o da

vela, demonstraram que os alunos se conectam profundamente com os fenômenos, gerando um envolvimento que vai além da memorização de conteúdos. Esse aspecto reforça o caráter holístico e interdisciplinar da pedagogia Waldorf, que integra ciência, arte e espiritualidade, promovendo uma formação mais ampla e conectada à realidade dos estudantes.

No entanto, a pesquisa também evidenciou desafios que precisam ser enfrentados na contemporaneidade. Entre os principais obstáculos está na dificuldade de acesso à formação de professores na pedagogia Waldorf, devido aos altos custos e à escassez de cursos disponíveis para profissionais fora da rede Waldorf. Além disso, a resistência de docentes com formação convencional revela a necessidade de mentorias e programas de apoio, facilitando a transição para essa abordagem pedagógica. Outro desafio importante está relacionado ao impacto do contexto digital e social atual no engajamento dos alunos, exigindo dos professores estratégias criativas e dinâmicas para manter o interesse na aprendizagem sem perder os princípios da fenomenologia e da observação direta.

Dessa forma, este estudo contribui para o campo do ensino de química ao demonstrar que a pedagogia Waldorf oferece um modelo alternativo e enriquecedor, capaz de tornar o aprendizado mais envolvente, humanizado e conectado aos desafios contemporâneos. Além disso, a pesquisa reforça a necessidade de ampliar a formação docente nessa abordagem, garantindo que mais professores tenham acesso a estratégias que promovam uma relação mais viva e profunda com os conteúdos científicos.

Por fim, a pesquisa realizada abre caminho para novas investigações que podem aprofundar ou ampliar os aspectos abordados, contribuindo para o campo do ensino de química e para uma compreensão mais abrangente da pedagogia Waldorf no Brasil e no mundo. Uma possibilidade seria expandir a investigação para outras escolas Waldorf, tanto nacionais quanto internacionais, explorando como os conceitos de química são desenvolvidos em diferentes contextos culturais e regionais. Essa ampliação permitiria uma análise comparativa mais robusta, destacando semelhanças, diferenças e adaptações feitas por cada instituição, além de enriquecer o entendimento das práticas pedagógicas nesse modelo.

Outro campo promissor seria o estudo das percepções e experiências de alunos que vivenciam o ensino de química na pedagogia Waldorf. Investigar como esses estudantes compreendem e aplicam os conceitos químicos aprendidos pode

oferecer insights valiosos sobre os impactos dessa abordagem no desenvolvimento cognitivo, emocional e social, contribuindo para a avaliação da eficácia desse modelo educacional.

Aliás, seria igualmente relevante explorar a formação docente no contexto da pedagogia Waldorf, com foco nas estratégias de capacitação para professores de química. Pesquisas que analisem os desafios enfrentados pelos educadores, as lacunas existentes e as possíveis soluções, como mentorias, formações continuadas e cursos online, podem fortalecer a aplicação da pedagogia Waldorf em diferentes realidades. Essas investigações poderiam ajudar a construir um arcabouço teórico e prático mais consistente, ampliando o alcance e a eficácia dessa abordagem pedagógica.

Também pode ser sugerido um estudo comparativo entre o ensino de química nas escolas Waldorf e nas escolas convencionais. Este estudo poderia trazer contribuições significativas para o debate educacional e permitiria evidenciar os pontos fortes e os desafios de cada abordagem, favorecendo uma reflexão mais ampla sobre como elementos da pedagogia Waldorf poderiam ser integrados a outros contextos educacionais. Essa integração tem o potencial de enriquecer o ensino de química como um todo, oferecendo perspectivas mais diversificadas e humanizadas.

Finalmente, a investigação da interseção entre o ensino de química e outras disciplinas na pedagogia Waldorf. A abordagem interdisciplinar proposta por Rudolf Steiner apresenta um terreno fértil para compreender como a integração entre ciência, arte e espiritualidade impacta a formação integral dos estudantes. Estudos nessa direção poderiam aprofundar o entendimento sobre os benefícios de práticas pedagógicas que transcendem a fragmentação disciplinar e promovem uma educação mais conectada às realidades e necessidades dos alunos.

Essas sugestões buscam aprofundar as reflexões iniciadas nesta pesquisa e contribuir para o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais alinhadas às demandas do mundo contemporâneo e à formação integral dos estudantes. Espera-se que estudos futuros deem continuidade a essa linha de investigação, ampliando as possibilidades educacionais no ensino de química e fortalecendo os princípios da pedagogia Waldorf em diferentes contextos.

APÊNDICE A – Roteiro para entrevista semiestruturada

Introdução:

1. Apresentação e explicação do propósito da pesquisa.
2. Obtenção do consentimento do entrevistado para participar da pesquisa

Parte 1: Experiência e Contexto

3. Você poderia me contar onde você se formou e quais foram as suas principais áreas de estudo?
4. Como você conheceu a pedagogia Waldorf e o que te atraiu nessa abordagem educacional?
5. Pode falar sobre sua experiência profissional? Você começou sua carreira na escola Waldorf ou já deu aula em outras instituições antes?
6. O nosso processo formativo foi baseado em uma corrente de pensamento que desenvolve o ensino de Química através do conhecimento dos átomos e suas características. Gostaria de saber como foi o processo de mudança do seu pensamento para começar a considerar o ensino de Química de forma a enfatizar a transformação da matéria. Poderia compartilhar sua experiência e reflexões sobre essa mudança?

Parte 2: Reflexão sobre a prática pedagógica

7. Se compararmos o ensino comum de Química na maioria das escolas com a proposta da pedagogia Waldorf, em que sentido você compreende o diferencial dessa pedagogia? Quais são, na sua opinião, as vantagens e desvantagens da abordagem Waldorf no ensino de Química?
8. No ensino de ciências, nossa preocupação deve ser a formação de um pensamento científico. Pensando nisso, como você considera que a pedagogia Waldorf pode contribuir para essa formação? Quais são os pontos fortes e fracos desse processo?
9. Quanto à estrutura do ensino em épocas na metodologia Waldorf, quais vantagens e desvantagens você identifica no ensino de ciências?
10. Em relação à proposta idealizada por Steiner para o ensino de Química, como você descreveria sua prática pedagógica atual? Quais são os principais desafios que você enfrenta ou enfrentou no ambiente de ensino?

Parte 3: Relação Aluno-Professor e Impacto no Aluno

11. Levando em consideração a adolescência atual, com muita experiência em telas e recebendo informações de forma imediata, até que ponto você acha que é possível despertar o interesse dos alunos em observar fenômenos químicos e, posteriormente, refletir sobre eles? Quais estratégias você considera eficazes para engajar esses alunos?

12. Em relação à prática experimental no ensino de Química, qual é o tempo de concentração dos alunos durante as observações dos fenômenos químicos? Como você avalia a capacidade deles de manter o foco e o engajamento durante essas atividades?

13. Sobre a estrutura do material de estudo, como é o interesse dos alunos em elaborar seus próprios relatórios? Você percebe que as descrições, observações e *insights* deles são ricos e detalhados? Pode compartilhar como esses aspectos se manifestam na prática?

14. Como os alunos lidam com a preocupação em relação ao ENEM, e de que maneira os professores abordam e integram essa preocupação no ensino de Química? Você pode compartilhar estratégias ou práticas adotadas para ajudar os alunos a se prepararem para o exame sem comprometer a abordagem pedagógica da escola?

Encerramento:

15. Antes de concluirmos, você gostaria de acrescentar alguma informação ou fazer comentários adicionais sobre o ensino de Química, a pedagogia Waldorf ou qualquer outro aspecto que considerou importante e que não foi abordado durante nossa conversa?

16. Agradecimento.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, A. C. S. de; AZEVEDO, N. O Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura e a institucionalização da ciência no Brasil, 1946-1966. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Humanas**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 469–489, 2010.
- ALEXANDRINO, D. M.; BRETONES, P. S.; QUEIROZ, S. L. Anais dos ENEQ: o que nos dizem sobre a área de educação em química no Brasil? **Química Nova**, [s. l.], v. 45, n. 2, p. 249–261, 2022.
- ANASTASIOU, L. G. C; PIMENTA, S. G. **Docência no ensino superior**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2010, 279 p.
- ARAÚJO, N. N; CHICARELLE, R. J. **Pedagogia waldorf e suas contribuições para a educação infantil atual**. 2016. 25 f. TCC (Graduação) - Curso de Pedagogia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.
- BACELLAR, C. **FONTES DOCUMENTAIS**. In: PÍNSKY, C. B. *et al.* (ed.). Fontes Históricas. São Paulo: editoracontexto, 2008. p. 23–80.
- BACH JUNIOR, J. A fenomenologia da natureza de Goethe: conexões à educação ambiental. **REMEA – Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, [s. l.], v. 30, n. 1, p. 140-158, 2013. DOI: 10.14295/remea.v30i1.3462. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/3462>. Acesso em: 8 ago. 2022.
- BACH JUNIOR, J. Educação e a fenomenologia da natureza: o método de Goethe. **Filosofia e Educação**, [s. l.], v. 7, n. 3, p. 57-78, 2015. DOI: 10.20396/rfe.v7i3.8642031. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rfe/article/view/8642031>. Acesso em: 8 ago. 2022.
- BACH JUNIOR, J. **Fenomenologia de Goethe e educação**: a filosofia da educação de Steiner. Lohengrin, 2017.
- BACH JUNIOR, J; GOTO, R. A. **Educação em Steiner e a fenomenologia de Goethe**. Campinas: Unicamp, 2015. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1864>. Acesso em: 16 jun. 2024.
- BACHEGA, C. A. **Pedagogia waldorf, um olhar diferente à educação**. UEMS, Paranaíba, v. 1, n. 1, 2009, p. 360-370.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BENETI, A. C. **A história do ensino de física no Brasil no século XIX**: as academias militares e o colégio Pedro II. [s. l.], 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/110908>. Acesso em: 24 fev. 2024.
- BRASIL. **Constituição Da República Federativa do Brasil de 1988**. [s. l.], 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 17 abr. 2024.
- BRASIL. **Decreto nº 19.890, de 18 de abril de 1931**. 18 abr. 1931a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d19890.htm. Acesso em: 7 mar. 2024.

BRASIL. **Decreto-lei nº 4.244, de 9 de abril de 1942**. 9 abr. 1942. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/De14244.htm. Acesso em: 7 mar. 2024.

BRASIL. **Pisa – Programa Internacional de Avaliação de Estudantes**. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/pisa>. Acesso em: 10 fev. 2025.

BRASIL. **Lei nº 19.890 de 18 de abril de 1931**. Dispõe sobre as instruções metodológicas dos programas do curso fundamental do ensino secundário. **Diário Oficial**, Rio de Janeiro, 31 jul. 1931b. p. 12405–12427.

CAMEL, T. O; KOEHLER, C. B. G.; FILGUEIRAS, C. A. L. A química orgânica na consolidação dos conceitos de átomo e molécula. **Química Nova**, v. 32, p. 543–553, 2009.

CARDOSO, A. **Laboratório Chimico da Universidade de Coimbra 200 anos de Química em Portugal (1774-1974)**. 1. ed. [s. l.]: Minerva Coimbra, 2018.

CARNEIRO, A. **Elementos da História da Química do Século XVIII**. [s. l.], v. série II, n 102, sem volume, p. 25–31, 2006.

CARVALHO, T. C. R. **A inserção da química escolar no currículo de escolas públicas estaduais maranhenses (1890-1914)**: um olhar a partir da história das disciplinas escolares. [s. l.], 2021. Disponível em: <http://tedeabc.ufma.br:8080/jspui/handle/tede/3585>. Acesso em: 13 fev. 2024.

CÁSSIO, F.; GOULART, D. C. A implementação do Novo Ensino Médio nos estados: um olhar sobre o primeiro ano. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 39, p. 1–26, 2023. Disponível em: <https://retratosdaescola.emnuvens.com.br/rde/article/view/1620>. Acesso em: 06 maio 2025.

CHASSOT, A. **Para Que(M) é Útil o Ensino?** 4. ed. [s. l.]: Unijuí, 2018.

CHASSOT, A. I; VEIT, L. M. **Para que(m) é útil o nosso ensino de química?** 1994. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/252647>>. Acesso em: 15 jan. 2024.

CHASSOT, A. I. **Uma História da Educação Química Brasileira**: sobre seu início discutível apenas a partir dos conquistadores. [s. l.], v. 1, n. 2, p. 129–145, 1996.

COSTA, C. O. A; BONGIOVANNI, V. **A perspectiva no olhar: ciência e arte do renascimento**. 2004. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/xmlui/handle/handle/11514>. Acesso em: 15 jan. 2024.

CUSTÓDIO, R. S. **A construção da química como disciplina acadêmica no Brasil: conflitos, finalidades e legitimação (1890- 1945)**. 2022. [s. l.], 2022.

CUSTÓDIO, R. S. **Da chimica europeia à química no Brasil caminhar histórico de uma disciplina (1750-1890)**. 2017. 210 f. - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/182788>. Acesso em: 14 fev. 2024.

DEPRAZ, N. Consciousness and First-Person Phenomenology: First Steps Towards an Experiential Phenomenological Writing and Reading (EWR). In: MISRA, G. (ed.). **Psychology and Psychoanalysis**. New Delhi: Springer India, 2014. p. 127–149. DOI: 10.1007/978-81-322-1587-5_11.

DIOGO, R.; GOBARA, S. Educação e ensino de Ciências Naturais – Física no Brasil: Do Brasil Colônia à Era Vargas. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, [s. l.], v. 89, n. 222, 2008. Disponível em: <https://rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/rbep/article/view/1512>. Acesso em: 6 mar. 2024.

FIGUEIREDO, C. G. **Ensino de ciências na pedagogia Waldorf: intenções e ações**. UNESP, São Paulo, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/141883>. Acesso em: 23 jun. 2024.

FIGUEIRÊDO, A. M. T. A. *et al.* Ensino de química: aulas expositivas dialogadas com uso de experimentos. **International Journal Education and Teaching**, Recife, v. 1, n. 1, p.1-19, abr. 2018.

FILGUEIRAS, C. A. L. Origens da Ciência no Brasil. **Química Nova**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 222–229, 1990.

FIOLHAIS, M; RUIVO, M. C. O modelo atômico saturniano de Nagaoka. **Gazeta de Física**, [s. l.], v. 19, p. 6–10, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREITAS, M. C. *et al.* **Histórias e memórias da educação no Brasil vol. III: Século XX: Volume 3**. 4. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2011.

GABLER, L. **Escola Politécnica (1891-1920)**. [s. l.], 2022. Disponível em: <http://mapa.arquivonacional.gov.br/index.php/dicionario-primeira-republica/656-escola-politecnica-1891-1920>. Acesso em: 24 fev. 2024.

GARCIA, H. C. **O Ensino De História No Ensino Médio Das Escolas Waldorf Do Brasil**. 2022. Disponível em: <http://bdtd.uftm.edu.br/handle/123456789/1372>. Acesso em: 19 jul. 2024.

GARCIA, L. M. C. **Dos prelos da impressão Régia, a cultura científica do período joanino (1808-1821)**. 2011. 257 f. - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, [s. l.], 2011. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UERJ_ecceb09107d451248607e374ed892287. Acesso em: 18 fev. 2024.

GARNITSCHNIG, K. Die Bedeutung der Intuition für die Fundierung von Wissen. *In*: PASCHEN, H. (org.). **Erziehungswissenschaftliche Zugänge zur Waldorfpädagogik**. 1. ed. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2010. p. 59-74.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017. p. 128

GIL, A. C. **Como Fazer Pesquisa Qualitativa**. São Paulo: Atlas, 2021.

GOIS, C. B.; SILVA, A. C. T. **A Experimentação e o Ensino de Ciências: diferentes abordagens nas aulas de Química**. Disponível em: <https://www.btdeq.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/a-experimentacao-e-o-ensino-de-ciencias-diferentes-abordagens-nas-aulas-de-quimica>. Acesso em: 15 jan. 2024.

GONDRA, J. G.; SCHUELER, A. F. M. **Educação, poder e sociedade no império brasileiro**. São Paulo, SP: Cortez Editora, 2008. (Biblioteca básica da história da educação brasileira).

GRANATO, M.; LOURENÇO, M. C. (org.). **Coleções científicas luso-brasileiras** : patrimônio a ser descoberto. [s. l.], 2010. Disponível em: <https://repositorio.mcti.gov.br/handle/mctic/5451>. Acesso em: 26 fev. 2024.

HISTÓRIA da FFLCH. [s. l.], [s. d.]. Disponível em: <http://www.fflch.usp.br/historia>. Acesso em: 10 mar. 2024.

HIRAYAMA, M. P; PORTO, P. A. **As concepções de professores de química sobre a utilização de elementos da história e filosofia da ciência no ensino**. 2016. Universidade de São Paulo, 2016. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-24062016-155312/>. Acesso em: 15 jan. 2024.

JORNADA, J. I. P. **Uma perspectiva histórica do ensino de química no colégio Pedro II (1837 – 1889)**. 2013. - CEFET/RJ, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <https://dippg.cefet-rj.br/ppcte/index.php/pt/teses-e-dissertacoes>. Acesso em: 20 fev. 2024.

JR, M. K. *et al.* **Histórias e memórias da educação no Brasil Vol. II: Século XIX**. 5. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2014.

JUNIOR, J. L. C. **As múltiplas matrizes discursivas da obra Os Sertões de Euclides da Cunha**. [s. l.], 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/MGSS-9VNNH2>. Acesso em: 23 fev. 2024.

KOLISKO, E. The Development and Desing of Science Instruction in the Waldorf School. *In*: ROHDE, D. **An Orientation to Developing Chemistry Instruction in Waldorf Schools**. [s. l.], Waldorf Publications, 2013. Disponível em: <https://www.waldorflibrary.org/online-library/ebooks/ebooks/chemistry-reader-ebook>. Acesso em: 30 maio 2024.

KRANICH, E. M. Über die Notwendigkeit einer Qualitätsveränderung der Lerninhalte im Chemieunterricht. *In*: PASCHEN, H. (org.). **Erziehungswissenschaftliche Zugänge zur Waldorfpädagogik**. 1. ed. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2010. p. 267-286.

KRASILCHIK, M. **Reformas e Realidade**: o caso do ensino das ciências. [s. l.], v. 14, n. 1, p. 85–93, 2000.

LIMA, J. O. G. de. Do período colonial aos nossos dias: uma breve história do Ensino de Química no Brasil. **Revista Espaço Acadêmico**, [s. l.], v. 12, n. 140, p. 71–79, 2013.

LINDEN, V. C. O acordo MEC-USAID e a educação especial brasileira. **Revista Educação Especial em Debate**, [s. l.], v. 7, n. 14, p. 43–54, 2022.

LOPES, A. R. C. A Concepção de Fenômeno no Ensino de Química Brasileiro através dos Livros Didáticos. **Química Nova**, [s. l.], v. 17, n. 4, p. 338–341, 1994.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U, 2018. p. 130.

MACHADO, L. O. **O Ensino de Ciências em Escolas Alternativas**. UNICAMP, Campinas, 2019. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1637818>. Acesso em: 23 jun. 2024.

- MAGALHÃES, L. D. R. **A educação na primeira república**. [s. l.], 2021. Disponível em: <https://www.histedbr.fe.unicamp.br/navegando/artigos/a-educacao-na-primeira-republica>. Acesso em: 2 mar. 2024.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Grupo Gen - Atlas, 2017.
- MARRA, R. C.; ALMEIDA, T. de. O ensino de Química nos moldes do novo Ensino Médio: uma oportunidade para o estudo da legislação ambiental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 412–431, 2023.
- MARTINS, A. M. Diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio: avaliação de documento. **Cadernos de Pesquisa**, [s. l.], n. 109, p. 67–87, 2000.
- MARTINS, M. G. *et al.* Implementação do Novo Ensino Médio: Visão Inicial dos Alunos nesse Contexto a Respeito da Disciplina de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 5–21, 2023. DOI: 10.53003/redequim.v9i1.5608. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/5608>. Acesso em: 16 jun. 2024.
- MATTAR, J; RAMOS, D. K. **Metodologia da pesquisa em educação**: Abordagens Qualitativas, Quantitativas e Mistas. São Paulo: Grupo Almedina, 2021.
- MCDERMOTT, R. (ed.). **The essential Steiner**: Basic writings of Rudolf Steiner. Edimburgo, Scotland: Floris Books, 1996.
- MCDERMOTT, R. (ed.). **The new essential Steiner**: An Introduction to Rudolf Steiner for the 21st Century. Lindisfarne Books, 2009.
- MELONI, R. A. **A Organização da Disciplina de Physica-Chimica na Escola Secundária no Brasil**: O Caso do Colégio Culto à Ciência de Campinas. [s. l.], 2012. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/edicao.php?idEdicao=7>. Acesso em: 5 mar. 2024.
- MITCHELL, D. S. **The wonders of Waldorf chemistry**: from a teacher's notebook grades 7-9. Fair Oaks, Calif.: Association of Waldorf Schools of North America, 2012.
- MORI, R. C. **O primeiro livro didático brasileiro de Química**: o que registra a literatura? [s. l.], 2016.
- MORIN, E. **Ciência com Consciência**. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.
- MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. 4. ed. Porto Alegre: Elaine Lisboa, 2005. 120 p.
- NÓVOA, A. **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992.
- NOVOA, E. B. V; COELHO, A. L. **Trilhando "velhos" e "novos" caminhos**: a utilização de metodologias ativas no ensino de química na educação básica. In: SALES, R. S. (org.). **Química: ensino, conceitos e fundamentos**. Guarujá, SP: Editora Científica Digital, v.2, 2021. p. 186-218.
- NASCIMENTO, J. L; FEITOSA, R. A. **Active methodologies, focusing on teaching and learning processes**. Research, Society and Development, [s. l.], v. 9, n. 9, p. e622997551, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i9.7551. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/7551>. Acesso em: 16 jun. 2024.

OPPOLZER, W; PÜHRINGER, K. Química. *In*: RICHTER, T. (ed.). **Objetivo pedagógico e metas de ensino de uma escola Waldorf**. 1. ed. São Paulo: Federação das Escolas Waldorf no Brasil, 2002. p. 253-265.

ORNELLAS, J. F.; SILVA, L. C. O ensino fundamental da BNCC: proposta de um currículo na contramão do conhecimento. **Revista Espaço do Currículo**, João Pessoa, v. 12, n. 2, p. 309–325, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/rec/article/view/ufpb.1983-1579.2019v12n2.43516>. Acesso em: 06 maio 2025.

PÄDAGOGISCHE forschungsstelle beim bund der freien waldorfschulen. Disponível em: <https://www.forschung-waldorf.de/>. Acesso em: 16 jun. 2024.

PODIRSKY, K. Currículo horizontal do ensino médio. *In*: RICHTER, T. (ed.). **Objetivo pedagógico e metas de ensino de uma escola Waldorf**. 1. ed. São Paulo: Federação das Escolas Waldorf no Brasil, 2002. p. 49-69.

PARISI, S. R; BELTRAN, M. H. R. **Contribuições da História da Ciência para o ensino de Química**: o modelo científico da geometria molecular e o currículo. 2021. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/xmlui/handle/handle/24655>. Acesso em: 15 jan. 2024.

PERES, T. R. **A educação brasileira no Império**. [s. l.], 2010. Disponível em: <http://acervodigital.unesp.br/handle/123456789/105>. Acesso em: 22 fev. 2024.

PÉREZ, D. G; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

PINTO, J. M. R. O FINANCIAMENTO DA EDUCAÇÃO NA CONSTITUIÇÃO FEDERAL DE 1988: 30 ANOS DE MOBILIZAÇÃO SOCIAL. **Educação & Sociedade**, [s. l.], v. 39, p. 846–869, 2018.

PETITMENGIN, C; BITBOL, M. The Validity of First-Person Descriptions as Authenticity and Coherence. **Journal of Consciousness Studies**, v. 16, n. 10–12, p. 363–404, 2009.

PODIRSKY, K. Menschenkundliche Gesichtspunkte zu Beginn der Oberstufe. *In*: RICHTER, T. **Pädagogischer Auftrag und Unterrichtsziele – vom Lehrplan der Waldorfschule**. 4. ed. [s. l.], Verlag Freies Geistesleben & Urachhaus GmbH, 2016.

PUGLISI, M. L; FRANCO, B. **Análise de Conteúdo**. 2. ed. Brasília, DF: Liber Livro Editora, 2005.

RANGEL, A. **A educação não pode ignorar a curiosidade das crianças, diz Edgar Morin**. 2014. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/sociedade/educacao/educacao-360/a-educacao-nao-pode-ignorar-curiosidade-das-criancas-diz-edgar-morin-13631748>. Acesso em: 8 ago. 2022.

RICHTER, T. **Pädagogischer Auftrag und Unterrichtsziele – vom Lehrplan der Waldorfschule**. 4. ed. [s. l.], Verlag Freies Geistesleben & Urachhaus GmbH, 2016.

RIBEIRO, A. I. M. **Estrutura Educacional na Primeira República**. [s. l.], 2012. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/Nuances/article/view/149>. Acesso em: 2 mar. 2024.

ROHDE, D. **An Orientation to Developing Chemistry Instruction in Waldorf Schools**. [s. l.], Waldorf Publications, 2013. Disponível em: <https://www.waldorflibrary.org/online-library/ebooks/ebooks/chemistry-reader-ebook>. Acesso em: 30 maio 2024.

SALATEO, R. R. **Uma análise sobre a historiografia da química no Brasil em periódicos:- 1974 a 2004**. 2006. Universidade de São Paulo, [s. l.], 2006. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8138/tde-16072007-122433/>. Acesso em: 13 fev. 2024.

SALCHEGGER, S.; WALLNER-PASCHON, C.; BERTSCH, C. Explaining Waldorf students' high motivation but moderate achievement in science: is inquiry-based science education the key? **Large-scale Assessments in Education**, v. 9, n. 1, 2021.

SANGENIS, L. F. C. *et al.* **Histórias e memórias da educação no Brasil Vol. I: Séculos XVI-XVIII**. 6. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2014.

SANTOS, N. P. Os Primeiros Laboratórios Químicos do Rio de Janeiro. In: XI ENCONTRO REGIONAL DE HISTÓRIA, 11. ed., 2004a, Rio de Janeiro. **Arquivo PúblicoRJ**, Rio de Janeiro, v.1, p.49-50.

SANTOS, N. P. Pedro II, sábio e mecenas, e sua relação com a química. **SBHC - Sociedade Brasileira de História da Ciência - Números Anteriores - Visualizar Revista**, Rio de Janeiro, v. 2, p. 11, 2004b.

SANTOS, N. P.; ALENCASTRO, A. C. P. R. B. Wilhelm Michler, Uma Aventura Científica nos Trópicos. **Química Nova**, [s. l.], v. 23, n. 3, p. 418–426, 2000.

SANTOS, N. P.; FILGUEIRAS, C. A. L. O primeiro curso regular de química no Brasil. **Química Nova**, [s. l.], v. 34, n. 2, p. 361–366, 2011.

SANTOS, W. R.; GALLETTI, R. C. A. F. História do Ensino de Ciências no Brasil: Do Período Colonial aos Dias Atuais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], p. e39233-36, 2023.

SANTOS, J. A.; OLIVEIRA, G. S.; PAIVA, A. B. O pensamento educacional de John Dewey. **Cadernos da FUCAMP**, [s. l.], v. 21, n. 52, 2022. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2818>. Acesso em: 14 mar. 2024.

SCHAD, W. **What is Goetheanism?** Archetype 2002 Booklet, p. 1-12. Disponível em: <https://sciencegroup.org.uk/wp-content/uploads/2021/11/arch02bk.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2025.

SCHNETZLER, R. P. Um Estudo sobre o Tratamento do Conhecimento Químico em Livros Didáticos Brasileiros Dirigidos ao Ensino Secundário de Química de 1875 a 1978. **Química Nova**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 6–15, 1981.

SCHÖN, D. **The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action**. New York: Basic Books, 1983.

SEBBEN, D. Antroposofia: o conhecimento do ser humano como base para uma sociedade sadia. **Revista Coaching Brasil**, São Paulo, ed. 97, 2021. Disponível em: revistacoachingbrasil.com.br/edicao/97/1314_antroposofia-o-conhecimento-do-ser-humano-como-base-para-uma-sociedade-sadia. Acesso em: 16 jun. 2024.

SECO, A. P.; AMARAL, T. C. I. **Marquês de pombal e a reforma educacional brasileira**. [s. l.], 2021. Grupo de Estudos e Pesquisas “História, Sociedade e Educação no Brasil”. Disponível em:

<https://www.histedbr.fe.unicamp.br/navegando/artigos/marques-de-pombal-e-a-reforma-educacional-brasileira>. Acesso em: 14 fev. 2024.

SENA, R. M. **Construindo sentidos sobre o ensino de ciências no contexto da pedagogia waldorf**. UFSC, Florianópolis, 2013. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/107256>. Acesso em: 10 jul. 2024.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez Editora, 2014.

SICCA, N. A. L. **A experimentação no ensino de química**: 2º grau. 1990. 174 f. - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1990. Disponível em:

<https://repositorio.unicamp.br/Acervo/Detalhe/18070>. Acesso em: 13 mar. 2024.

SIGLER, S.; SOMMER, W.; ZECH, M. M. (ed.). **Handbuck**: 1. ed. Weinheim: Beltz Juventa, 2018.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005. 138p.

STEINER, R. **Erziehungs- und Unterrichtsmethoden auf anthroposophischer Grundlage**. 1. ed. Dornach: Rudolf Steiner Verlag, 1979.

TELES, V. C. S. S. **Elementos de chimica, offerecidos a Sociedade Litteraria do Rio de Janeiro para uso do seu curso de Chimica**. [s. l.], 1788. Disponível em:

<https://digital.bbm.usp.br/handle/bbm/2319>. Acesso em: 16 fev. 2024.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

UNIVERSIDADE DE COIMBRA. **Estatutos da Universidade de Coimbra**. Lisboa: Na Regia officina typografica, 1773. Disponível em:

<http://archive.org/details/estatutosdaunive03univ>. Acesso em: 16 fev. 2024.

VIANNA, C. P.; UNBEHAUM, S. O gênero nas políticas públicas de educação no Brasil: 1988-2002. **Cadernos de Pesquisa**, [s. l.], v. 34, n. 121, p. 77–104, 2004.

VIDAL, Bernard. **História da Química**. 70. ed. São Paulo: Livraria Martins Fontes, 1986.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1934.

VOIGT, C. L. (org.). **O Ensino de Química 1**. 1. ed. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/arquivos/ebooks/o-ensino-de-quimica>. Acesso em: 19 fev. 2024.

ZECH, M. M. Oberstufenunterricht an Waldorfschulen. In: SIGLER, S.; SOMMER, W.; ZECH, M. M. (ed.). **Handbuck**: Oberstufenunterricht an Waldorfschulen. 1 ed. Weinheim: Beltz Juventa, 2018. p.56-68.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

WELTER, C. M. **Roteiro de aula de ciências à luz da Pedagogia Waldorf**. UFMT, Cuiabá, 2015. Disponível em: <http://ri.ufmt.br/handle/1/2093>. Acesso em: 10 jul. 2024.

WUNDERLIN, U. Chemie. *In*: SIGLER, S.; SOMMER, W.; ZECH, M. M. (ed.).

Handbuck: Oberstufenunterricht an Waldorfschulen. 1. ed. Weinheim: Beltz Juventa, 2018. p.122-174.

WUNDERLIN, U. **Lehrbuch der phänomenologischen Chemie:** Chemieprojekte der 7., 8. Und 9. Klasse. Stuttgart, 2014.