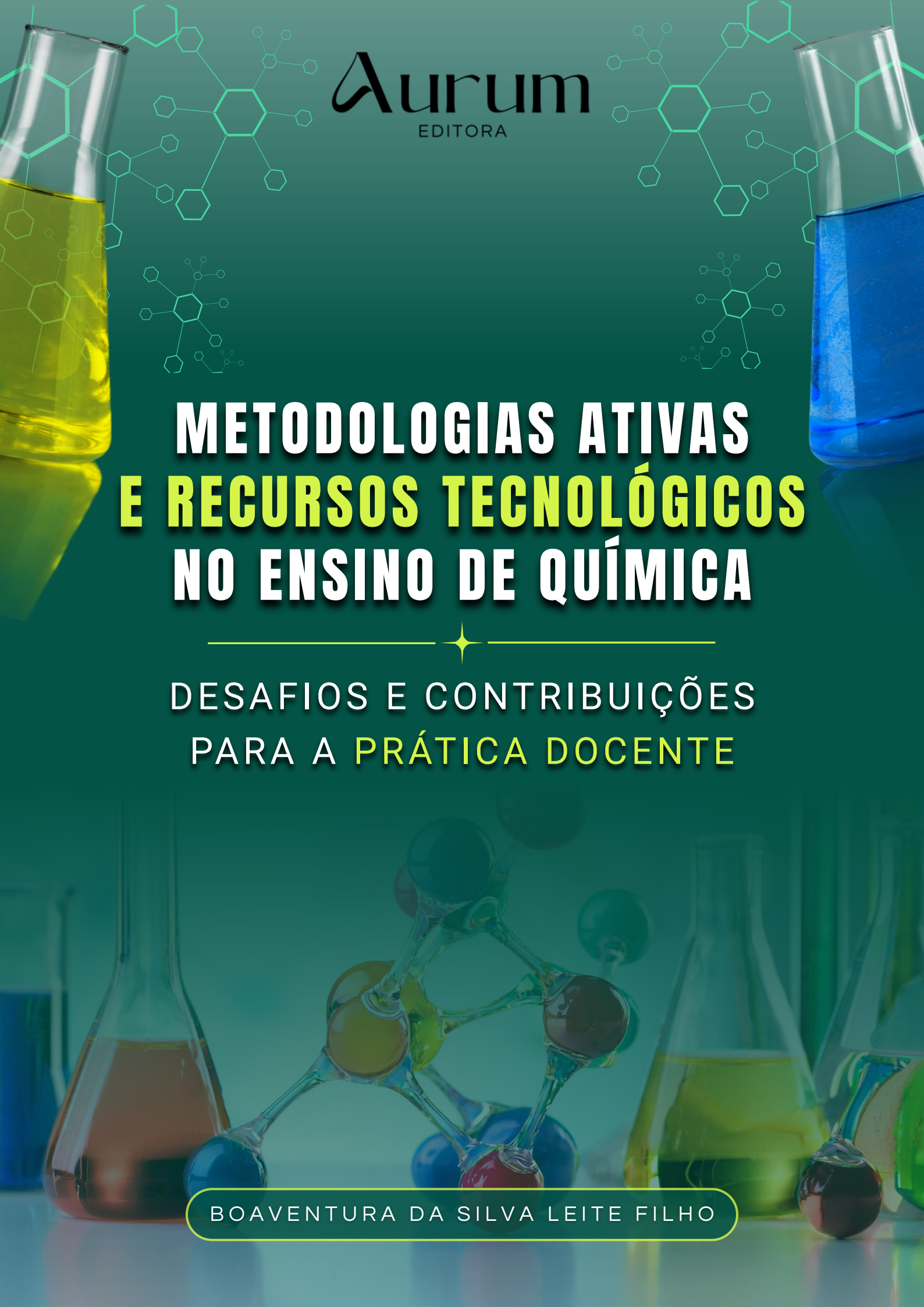


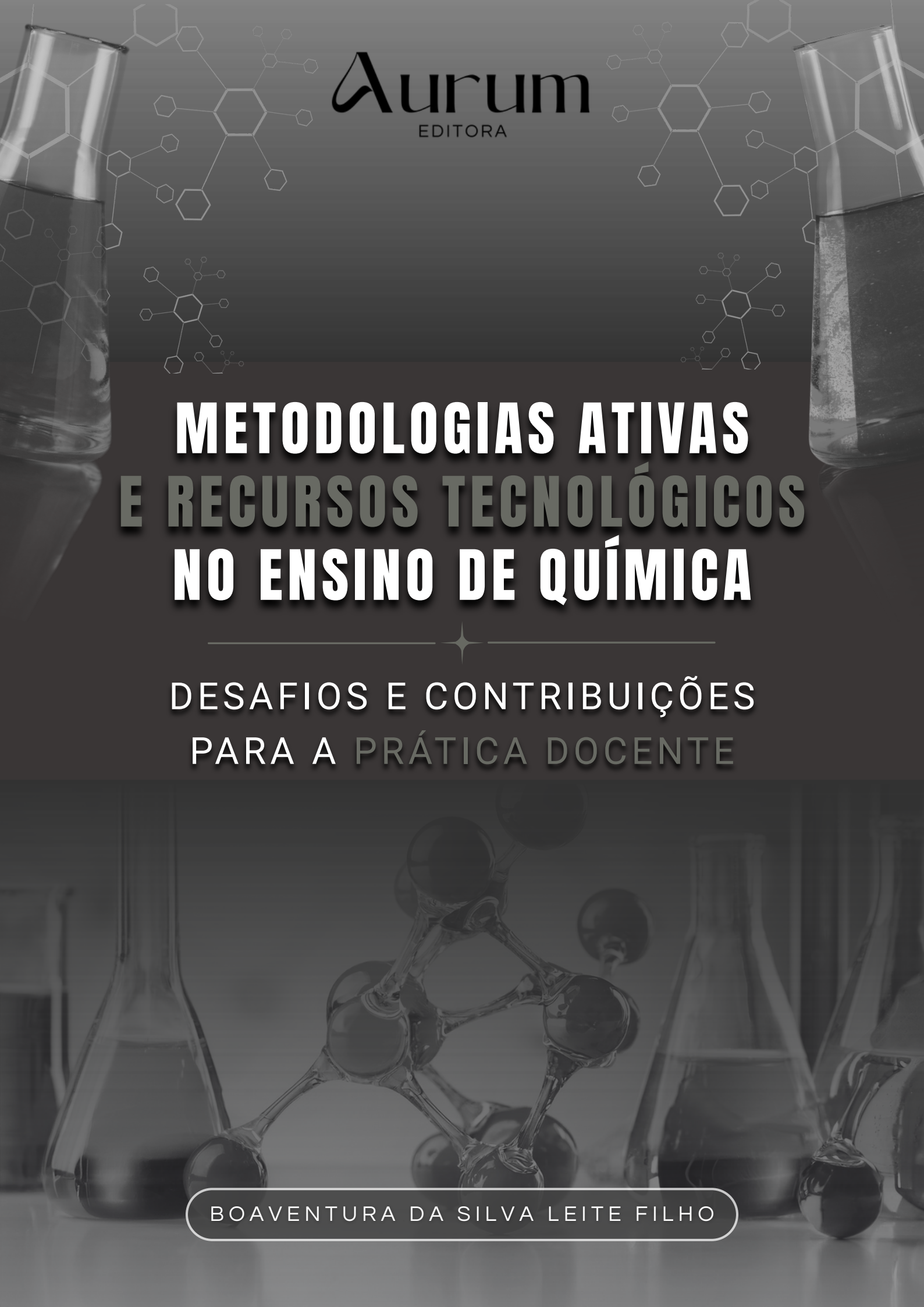


Aurum
EDITORA

METODOLOGIAS ATIVAS E RECURSOS TECNOLÓGICOS NO ENSINO DE QUÍMICA

— ✨ —
DESAFIOS E CONTRIBUIÇÕES
PARA A PRÁTICA DOCENTE

BOAVENTURA DA SILVA LEITE FILHO



Aurum
EDITORA

METODOLOGIAS ATIVAS E RECURSOS TECNOLÓGICOS NO ENSINO DE QUÍMICA

— ✦ —
**DESAFIOS E CONTRIBUIÇÕES
PARA A PRÁTICA DOCENTE**

BOAVENTURA DA SILVA LEITE FILHO

AURUM EDITORA LTDA – 2026
Curitiba – Paraná - Brasil

EDITOR CHEFE

Lucas Gabriel Vieira Ewers

AUTOR DO LIVRO

Boaventura da Silva Leite Filho

EDIÇÃO DE TEXTO

Stefanie Vitoria Garcia de Bastos

EDIÇÃO DE ARTE

Aurum Editora Ltda

IMAGENS DA CAPA

Freepik, Canva.

BIBLIOTECÁRIA

Bruna Heller

ÁREA DE CONHECIMENTO

Ciências da Educação

Copyright © Aurum Editora Ltda

Texto Copyright © 2026 Os Autores

Edição Copyright © 2026 Aurum Editora
Ltda



Este trabalho está licenciado sob uma
licença Creative Commons Attribution-
NonCommercial-NoDerivatives
4.0 International License.

A responsabilidade pelo conteúdo, precisão e veracidade dos dados apresentados neste texto é inteiramente do autor, não refletindo necessariamente a posição oficial da Editora. O trabalho pode ser baixado e compartilhado, desde que o crédito seja dado ao autor, mas não é permitida a modificação do conteúdo de qualquer forma ou seu uso para fins comerciais.

A Aurum Editora se compromete a manter a integridade editorial em todas as fases do processo de publicação, prevenindo plágio, dados ou resultados fraudulentos, e assegurando que interesses financeiros não afetem os padrões éticos da publicação. Qualquer suspeita de má conduta científica será verificada com atenção aos princípios éticos e acadêmicos. Todos os manuscritos passaram por uma avaliação duplo-cega, realizada pelos membros do Conselho Editorial, e foram aprovados para publicação com base em critérios de imparcialidade e objetividade acadêmica.

CORPO EDITORIAL

Adicélia Rodrigues Souza - Graduada em Letras pela Universidade Federal de Minas Gerais.

Adriano Rosa da Silva - Mestre em História Social pela Universidade Federal Fluminense.

Alessandro Sathler Leal da Silva - Doutor em Educação pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Alex Lourenço dos Santos - Doutorando em Geografia pela Universidade Federal de Catalão.

Aline Borba Alves - Mestra em Educação pela Universidade Estadual do Maranhão.

Amanda Pereira Moreira - Mestra em Letras pela Universidade Federal de Lavras.

Antonio Ismael Lopes de Sousa - Doutorando em Linguística e Literatura pela Universidade Federal do Norte do Tocantins.

Ayla de Jesus Moura - Mestra em Educação Física pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Bárbara Silvestre da Silva Pereira - Doutoranda em Enfermagem e Biociências pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.

Bianca Martins Knap - Mestranda em Direito Econômico e Desenvolvimento pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

Camila Aparecida da Silva Albach - Doutoranda em Ciências Sociais Aplicadas pela Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Carina Mandler Schmidmeier - Mestranda em Direito pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

Carlos Adriano Martins - Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Cruzeiro do Sul.

Carolline Nunes Lopes - Mestra em Psicologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Cláudio Alberto de Sá Quirino - Mestre profissional em Administração Pública (PROFIAP) pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Damião Evangelista Rocha - Doutorando em Saúde e Desenvolvimento Humano pela Universidade La Salle - Canoas.

Daniel da Rocha Silva - Mestre em Letras pela Universidade Federal de Sergipe.

Daniel Rodrigues de Lima - Mestre em História pela Universidade Federal do Amazonas.

Diego Emanuel Veis Bentancourt - Mestre em Educação pela Universidade Federal de Santa Maria.

Diego Pinto de Oliveira - Mestre em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Federal de Alfenas.

Elberto Teles Ribeiro - Mestrando em Geografia pela Universidade Federal da Grande Dourados.



Equiton Lorengian Grégio - Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal da Fronteira Sul.

Evaldo Batista Mariano Júnior - Doutorando em Educação pela Universidade de Uberaba.

Fábio Henrique de Souza Lacerda - Mestre em Educação pela Universidade do Estado de Mato Grosso.

Fabio José Antonio da Silva - Doutor em Educação Física pela Universidade Estadual de Londrina.

Fabricio do Nascimento Moreira - Doutorando em Administração pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Felipe Antônio da Silva - Graduado em Direito pelo Centro Universitário Unihorizontes.

Flávia Maria Silva Brito - Doutora em Recursos Florestais pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

Flávio Roberto Chaddad - Mestre em Educação Escolar pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

Francisco Samuel Laurindo de Lima - Graduado em Licenciatura em Pedagogia pela Universidade Estadual do Ceará.

Francisco Welton Machado - Editor Independente - Graduado em Geografia pela Universidade Estadual do Piauí.

Gabriella de Moraes - Doutora em Direito pela Universidade Federal de Minas Gerais.

Gleyson Martins Magalhães Reymão - Mestre Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação pelo Instituto Federal do Pará.

Glicerinaldo de Sousa Gomes - Doutorando em Educação pela Universidade Federal da Paraíba.

Gustavo Boni Minetto - Mestrando em Educação, Linguagens e Tecnologia pela Universidade Estadual de Goiás.

Gutemberg Rapôso da Silva Ferreira - Doutorando em Linguística e Literatura pela Universidade Federal do Tocantins campus de Porto Nacional.

João Vitor Silva Almeida - Graduado em Gestão de Cooperativas pela Universidade Federal do Tocantins.

Joelson Lopes da Paixão - Doutorando em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Maria.

Joice Marisa Görgen Junqueira - Mestra em Educação pela Universidade La Salle - Canoas.

José Bruno Martins Leão - Doutor em Sistema Constitucional de Garantia de Direitos pela Instituição Toledo de Ensino.

José Carlos dos Santos Silva - Mestrando em Educação Física pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.



José Cláudio da Silva Júnior - Mestrando em Ciências da Saúde pela Universidade de Pernambuco.

José Henrique Rodrigues Machado - Doutor em Ciências Sociais - Programa de Performances Culturais, pela Universidade Federal de Goiás.

José Leonardo Diniz de Melo Santos - Mestre em Educação, Culturas e Identidades pela Universidade Federal Rural de Pernambuco.

José Marciel Araújo Porcino - Graduado em Pedagogia pela Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Brasil.

José Neto de Oliveira Felipe - Doutorando em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade de Passo Fundo.

José Ronaldo de Freitas Machado - Mestre em Educação pela Universidade de Uberaba.

Jungley de Oliveira Torres Neto - Doutor em Ciência da Religião pela Universidade Federal de Juiz de Fora.

Karyne Oliveira Coelho - Doutora em Ciência Animal pela Universidade Federal de Goiás.

Layse da Silva Vieira - Mestranda em Vigilância em Saúde pela Universidade Iguazu.

Lidiana da Cruz Pereira - Doutora em Educação pela Universidade do Vale do Itajaí.

Lidiane Álvares Mendes - Doutoranda em Estudos de Cultura Contemporânea pela Universidade Federal de Mato Grosso.

Luan Brenner da Costa - Editor Independente - Graduado em Enfermagem pela Fundação Herminio Ometto.

Lucas Matheus Araujo Bicalho - Mestrando em Historia pela Universidade Estadual de Montes Claros, UNIMONTES, Brasil.

Lucia Helena Santana Ferreira - Doutoranda em Direito pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

Luciano Victor da Silva Santos - Mestrando em Hotelaria e Turismo pela Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Brasil.

Luzia Eleonora Rohr Balaj - Doutoranda em Música pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.

Magno Fernando Almeida Nazaré - Mestre em Educação Profissional e Tecnológica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão.

Maiara Martins Doná - Mestra em Educação pela Universidade de Sorocaba.

Maickon Willian de Freitas - Mestre em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.



Maikon Luiz Mirkoski - Mestre Profissional em Matemática em Rede Nacional pela Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Mailson Moreira dos Santos Gama - Doutorando em História pela Universidade Federal de Minas Gerais.

Marcelo Bustamante Chilingue - Doutorando em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Marcelo Carvalho da Conceição - Doutor em Biologia Estrutural e Funcional pela Universidade Federal de São Paulo.

Marcos Scarpioni - Doutorando em Ciência da Religião pela Universidade Federal de Juiz de Fora.

Maria da Luz Olegário - Doutora em Educação pela Universidade Federal da Paraíba.

Maria Nazaré Lopes Baracho - Doutoranda em Odontologia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Campus JK.

Marilha da Silva Bastos - Mestranda em Educação Brasileira pela Universidade Federal do Ceará.

Marinely Aparecida Clemente - Mestra em Direito pela Universidade do Oeste de Santa Catarina.

Mario Marcos Lopes - Doutorando em Educação pela Universidade Federal de São Carlos.

Marlon Messias Santana Cruz - Doutor em Memória: Linguagem e Sociedade pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Michael Douglas Alves dos Santos - Mestrando em Educação, Cultura e Territórios Semiáridos pela Universidade do Estado da Bahia.

Mirna Liz da Cruz - Editora Independente - Graduada em Odontologia pela Universidade Federal de Goiás.

Natan Gomes dos Santos - Graduado em Biomedicina pela Faculdade Madre Thais.

Newton Ataíde Meira - Mestrando em Desenvolvimento Social pela Universidade Estadual de Montes Claros.

Plinio da Silva Andrade - Mestrando em Ciências da Educação pela Universidade Leonardo Da Vinci.

Rafael José Kraisch - Doutorando em Neurociências pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Romário Silva Ribeiro - Doutorando em Educação pela Christian Business School.

Ryan Dutra Rodrigues - Editor Independente - Graduado em Psicologia pelo Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas.

Samuel Francisco Rabelo - Doutorando em Direitos Humanos pela Universidade Tiradentes.

Sebastião Lacerda de Lima Filho - Doutorando em Medicina Translacional pela Universidade Federal do Ceará.



Silvana Maria Aparecida Viana Santos - Mestra em Tecnologias Emergentes em Educação pela MUST University.

Silvio de Almeida Junior - Doutor em Promoção de Saúde pela Universidade de Franca.

Stefany Reis Marquioli - Mestra em História Social pela Universidade Estadual de Montes Claros.

Suely Maria da Silva - Mestra em Gestão Pública Para o Desenvolvimento do Nordeste pela Universidade Federal de Pernambuco.

Swelen Freitas Gabarron Peralta - Doutoranda em Educação pela Universidade Tuiuti do Paraná.

Talita Benedcta Santos Künast - Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia pela Universidade Federal de Mato Grosso.

Tályta Carine da Silva Saraiva - Mestra em Agronomia pela Universidade Federal do Piauí.

Thiago Silva Prado - Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Maringá.

Vinicius Valim Pereira - Doutor em Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá, UEM, Brasil.

Wilson Moura - Doutor em Psicologia pela Christian Business School.

Yohans de Oliveira Esteves - Doutor em Psicologia pela Universidade Salgado de Oliveira.

Zaqueu Henrique de Souza - Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Jataí.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

L533m Leite Filho, Boaventura da Silva.

Metodologias Ativas e Recursos Tecnológicos
no Ensino de Química [recurso eletrônico] :
Desafios e Contribuições Para a Prática Docente /
Boaventura da Silva Leite Filho. – Curitiba, PR:
Aurum Editora, 2026.

Dados eletrônicos (1 PDF).

ISBN 978-65-6223-040-6

1. Metodologias ativas. 2. Química – estudo e
ensino. I. Título.

CDU 54:37

Catalogação na fonte: Bruna Heller (CRB10/2348)

Índices para catálogo sistemático:

1 Química 54

2 Educação 37

DOI: 10.63330/livroautoral832026-

Aurum Editora Ltda

CNPJ: 589029480001-12

contato@aurumeditora.com

(41) 98792-9544

Curitiba - Paraná



AUTOR

Boaventura da Silva Leite Filho

Licenciado em Química pela Universidade Estadual de Goiás (UEG, 2001), em Educação Física pela Faculdade Albert Einstein (2020), em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário ETEP (2026) e em Física pelo Centro Universitário ETEP (2026). Especialista em Química pela Universidade Federal de Lavras (UFLA, 2003) e em Metodologia do Ensino de Biologia e Física pela Faculdade IPEMIG (2026). Possui formação para o magistério das séries iniciais do Ensino Fundamental pela Secretaria de Estado da Educação de Goiás, por meio do Projeto LUMEN (1998), além de formação técnica em Contabilidade pelo Colégio Estadual Hugo Lôbo (1991). Atua como professor da Educação Básica, com experiência no ensino de Ciências da Natureza, especialmente em Química. Professor e pesquisador, desenvolve estudos e práticas voltados às metodologias ativas de ensino, às tecnologias digitais aplicadas à educação e à inovação pedagógica. Possui interesse na formação de professores e no desenvolvimento de práticas educativas que integrem recursos tecnológicos e estratégias inovadoras, visando promover uma aprendizagem significativa e transformar os processos de ensino e aprendizagem.

E-mail: boaventuraprof@yahoo.com.br

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/6265097111700070>

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-5173-4238>



DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à memória de minha mãe, Vilma de Jesus Gonçalves, e de meu pai, Boaventura da Silva Leite, que, embora ausentes fisicamente, permanecem eternamente presentes em minhas lembranças, em meus valores e em tudo aquilo que sou. Seu amor, seus ensinamentos, sua força e seus exemplos de vida foram fundamentais para minha trajetória pessoal, acadêmica e humana. Esta conquista também pertence a vocês, que continuam sendo minha maior inspiração.



AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela força, sabedoria e discernimento concedidos ao longo desta trajetória, permitindo-me superar desafios e alcançar mais esta importante etapa de minha vida acadêmica e profissional.

À minha querida e amada esposa, Solange das Graças Coutinho Leite, expresso minha mais profunda gratidão pelo amor, companheirismo, compreensão e apoio incondicional durante toda esta caminhada. Sua paciência, seu incentivo e sua presença constante foram fundamentais nos momentos de maior dificuldade e decisivos para a concretização deste sonho.

Aos meus queridos e amados filhos, Gabriel Mirim Coutinho Leite, Giovane Mirim Coutinho Leite e Gustavo Mirim Coutinho Leite, agradeço por serem fonte permanente de inspiração, motivação e alegria. Cada gesto de carinho e incentivo fortaleceu minha determinação e renovou minhas forças para seguir em frente diante dos desafios encontrados ao longo desta jornada.

Ao meu orientador, Prof. Me. Sérgio Reis Ferreira, registro meu sincero reconhecimento pela dedicação, competência, paciência e valiosas orientações acadêmicas, que contribuíram significativamente para o desenvolvimento e a qualidade deste trabalho.

A todos os professores que participaram de minha formação, agradeço pelos conhecimentos compartilhados, ensinamentos e experiências que enriqueceram minha trajetória acadêmica e profissional. Aos colegas, amigos e familiares que, direta ou indiretamente, ofereceram apoio, incentivo e palavras de encorajamento ao longo desta caminhada, expresso minha eterna gratidão.

Por fim, agradeço a todos aqueles que contribuíram para minha formação humana, acadêmica e profissional, tornando possível a realização deste trabalho e a concretização desta importante conquista.



“Não há caminho novo sem aprendizado do caminhar. Ninguém caminha sem aprender a caminhar,
sem aprender a fazer o caminho caminhando.”
— Paulo Freire



RESUMO

A presente dissertação analisou a articulação entre metodologias ativas e recursos tecnológicos no ensino de Química, considerando seus fundamentos teóricos, orientações curriculares, desafios de implementação e contribuições para a prática docente na educação básica. O estudo partiu da necessidade de superar práticas pedagógicas centradas na transmissão mecânica de conteúdos, na memorização de fórmulas e na dissociação entre conhecimento químico escolar e realidade social dos estudantes. Teve como objetivo geral compreender, com base na literatura científica e em documentos educacionais brasileiros, de que modo a integração entre metodologias ativas e Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação pode favorecer uma aprendizagem mais significativa, investigativa e contextualizada. Justificou-se pela relevância científica, social, pedagógica e educacional do tema, uma vez que a formação científica em Química contribui para a leitura crítica de fenômenos relacionados à saúde, ambiente, energia, consumo, tecnologia e cidadania. Metodologicamente, caracterizou-se como pesquisa qualitativa, bibliográfica e documental, desenvolvida por meio de leitura crítica, interpretação categorial e análise de produções acadêmicas e documentos orientadores da educação básica. Os resultados indicaram que metodologias como aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem baseada em projetos, sala de aula invertida, ensino por investigação, experimentação problematizadora e aprendizagem colaborativa ampliam o protagonismo discente quando articuladas à intencionalidade pedagógica. Constatou-se, ainda, que os recursos tecnológicos potencializam simulações, visualizações, pesquisa, colaboração e construção conceitual, mas não substituem o planejamento docente, a formação continuada, a infraestrutura adequada e a avaliação coerente. Concluiu-se que a inovação no ensino de Química depende da integração crítica entre teoria, currículo, tecnologias, prática pedagógica e condições institucionais.

Palavras-chave: Metodologias ativas; Recursos tecnológicos; Ensino de Química; Prática docente; Aprendizagem significativa.



ABSTRACT

This dissertation analyzed the articulation between active methodologies and technological resources in Chemistry teaching, considering their theoretical foundations, curricular guidelines, implementation challenges, and contributions to teaching practice in basic education. The study addressed the need to overcome pedagogical practices centered on the mechanical transmission of content, the memorization of formulas, and the dissociation between school Chemistry knowledge and students' social reality. Its general objective was to understand, based on scientific literature and Brazilian educational documents, how the integration between active methodologies and Digital Information and Communication Technologies can foster more meaningful, investigative, and contextualized learning. The research was justified by the scientific, social, pedagogical, and educational relevance of the topic, since scientific education in Chemistry contributes to the critical interpretation of phenomena related to health, environment, energy, consumption, technology, and citizenship. Methodologically, it was characterized as qualitative, bibliographic, and documentary research, developed through critical reading, categorical interpretation, and analysis of academic productions and guiding documents for basic education. The results indicated that methodologies such as problem-based learning, project-based learning, flipped classroom, inquiry-based teaching, problematizing experimentation, and collaborative learning expand student protagonism when articulated with pedagogical intentionality. The study also found that technological resources enhance simulations, visualizations, research, collaboration, and conceptual construction, but do not replace teacher planning, continuing education, adequate infrastructure, or coherent assessment. It concluded that innovation in Chemistry teaching depends on the critical integration of theory, curriculum, technologies, pedagogical practice, and institutional conditions.

Keywords: Active methodologies; Technological resources; Chemistry teaching; Teaching practice; Meaningful learning.



RESUMEN

La presente disertación analizó la articulación entre metodologías activas y recursos tecnológicos en la enseñanza de la Química, considerando sus fundamentos teóricos, orientaciones curriculares, desafíos de implementación y contribuciones a la práctica docente en la educación básica. El estudio partió de la necesidad de superar prácticas pedagógicas centradas en la transmisión mecánica de contenidos, en la memorización de fórmulas y en la separación entre el conocimiento químico escolar y la realidad social de los estudiantes. Tuvo como objetivo general comprender, con base en la literatura científica y en documentos educativos brasileños, de qué manera la integración entre metodologías activas y Tecnologías Digitales de la Información y la Comunicación puede favorecer un aprendizaje más significativo, investigativo y contextualizado. Se justificó por la relevancia científica, social, pedagógica y educativa del tema, ya que la formación científica en Química contribuye a la lectura crítica de fenómenos relacionados con la salud, el ambiente, la energía, el consumo, la tecnología y la ciudadanía. Metodológicamente, se caracterizó como una investigación cualitativa, bibliográfica y documental, desarrollada mediante lectura crítica, interpretación categorial y análisis de producciones académicas y documentos orientadores de la educación básica. Los resultados indicaron que metodologías como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en proyectos, el aula invertida, la enseñanza por investigación, la experimentación problematizadora y el aprendizaje colaborativo amplían el protagonismo estudiantil cuando se articulan con intencionalidad pedagógica. También se constató que los recursos tecnológicos potencian simulaciones, visualizaciones, investigación, colaboración y construcción conceptual, pero no sustituyen la planificación docente, la formación continua, la infraestructura adecuada ni la evaluación coherente. Se concluyó que la innovación en la enseñanza de la Química depende de la integración crítica entre teoría, currículo, tecnologías, práctica pedagógica y condiciones institucionales.

Palabras clave: Metodologías activas; Recursos tecnológicos; Enseñanza de la Química; Práctica docente; Aprendizaje significativo.



SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	20
CAPÍTULO 1 - FUNDAMENTOS TEÓRICOS DAS METODOLOGIAS ATIVAS, DOS RECURSOS TECNOLÓGICOS E DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA.....	27
1.1 O ENSINO DE QUÍMICA E OS LIMITES DO MODELO TRANSMISSIVO.....	28
1.2 METODOLOGIAS ATIVAS: FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS E CONCEITUAIS.....	31
1.3 PRINCIPAIS METODOLOGIAS ATIVAS APLICADAS AO ENSINO DE QUÍMICA.....	35
1.4 RECURSOS TECNOLÓGICOS E TDICS NO ENSINO DE QUÍMICA.....	38
1.5 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO QUÍMICO.....	41
1.6 SÍNTESE DO CAPÍTULO.....	44
CAPÍTULO 2 - POLÍTICAS EDUCACIONAIS, DOCUMENTOS CURRICULARES E PRODUÇÃO ACADÊMICA SOBRE TECNOLOGIAS E METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE QUÍMICA.....	47
2.1 O ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA BRASILEIRA.....	48
2.2 A BNCC E AS COMPETÊNCIAS DA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA.....	50
2.3 TECNOLOGIAS DIGITAIS, INOVAÇÃO PEDAGÓGICA E POLÍTICAS EDUCACIONAIS.....	53
2.4 FORMAÇÃO DOCENTE PARA METODOLOGIAS ATIVAS E TECNOLOGIAS NO ENSINO DE QUÍMICA.....	57
2.5 PRODUÇÃO ACADÊMICA RECENTE SOBRE METODOLOGIAS ATIVAS E RECURSOS TECNOLÓGICOS NO ENSINO DE QUÍMICA.....	59
2.6 SÍNTESE DO CAPÍTULO.....	63
CAPÍTULO 3 - ANÁLISE CRÍTICA DA LITERATURA E DOS DOCUMENTOS SOBRE METODOLOGIAS ATIVAS E RECURSOS TECNOLÓGICOS NO ENSINO DE QUÍMICA.....	66
3.1 A ARTICULAÇÃO ENTRE METODOLOGIAS ATIVAS E RECURSOS TECNOLÓGICOS: POTENCIALIDADES PEDAGÓGICAS.....	67
3.2 DESAFIOS ESTRUTURAIS: INFRAESTRUTURA, ACESSO E DESIGUALDADE TECNOLÓGICA.....	69
3.3 DESAFIOS FORMATIVOS: SABERES DOCENTES, RESISTÊNCIA E INSEGURANÇA PEDAGÓGICA.....	71
3.4 DESAFIOS PEDAGÓGICOS: INTENCIONALIDADE, PLANEJAMENTO E AVALIAÇÃO.....	73
3.5 CATEGORIAS ANALÍTICAS RESULTANTES DA PESQUISA.....	75
3.6 SÍNTESE DO CAPÍTULO.....	78



CAPÍTULO 4 - IMPLICAÇÕES E PROPOSIÇÕES EDUCACIONAIS PARA A PRÁTICA DOCENTE EM QUÍMICA.....	86
4.1 PRINCÍPIOS PARA UMA PRÁTICA DOCENTE INOVADORA NO ENSINO DE QUÍMICA.....	87
4.2 DIRETRIZES PARA O USO PEDAGÓGICO DE RECURSOS TECNOLÓGICOS.....	90
4.3 FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE QUÍMICA.....	93
4.4 PLANEJAMENTO, AVALIAÇÃO E ACOMPANHAMENTO DAS PRÁTICAS INOVADORAS.....	95
4.5 PROPOSIÇÕES PARA ESCOLAS E SISTEMAS DE ENSINO.....	98
4.6 SÍNTESE DO CAPÍTULO.....	101
 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	 104
 REFERÊNCIAS.....	 109



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Metodologias ativas no ensino de Química.....	38
Figura 2 - Inovação pedagógica no ensino de Química.....	55
Figura 3 - Desafios e soluções no ensino de Química.....	71
Figura 4 - Dimensões da prática docente inovadora no ensino de Química.....	92



LISTA DE TABELAS

Quadro 1 - Eixos teórico-pedagógicos das metodologias ativas no ensino de Química.....	34
Quadro 2 - Articulação entre aprendizagem significativa, metodologias ativas e TDICs.....	44
Quadro 3 - Documentos curriculares e implicações para o ensino de Química.....	53
Quadro 4 - Tendências da produção acadêmica recente no ensino de Química.....	61
Quadro 5 - Potencialidades e limites da integração entre metodologias ativas e recursos tecnológicos.....	69
Quadro 6 - Categorias analíticas resultantes da pesquisa.....	78
Quadro 7 - Princípios orientadores para uma prática docente inovadora em Química.....	89
Quadro 8 - Matriz de planejamento e acompanhamento das práticas inovadoras em Química.....	97



LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CNE	Conselho Nacional de Educação
CNE/CP	Conselho Nacional de Educação/Conselho Pleno CTS Ciência, Tecnologia e Sociedade
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação
n.	número
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
TDICs	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação
UNADES	Universidad del Sol



INTRODUÇÃO

A educação básica brasileira tem sido atravessada por transformações científicas, tecnológicas, culturais e sociais que tensionam diretamente o modo como a escola organiza o ensino e produz condições de aprendizagem. Nesse cenário, o ensino de Química ocupa lugar estratégico, pois possibilita aos estudantes compreender fenômenos ligados à constituição da matéria, às transformações químicas, à energia, ao ambiente, à saúde, à alimentação, à indústria, ao consumo e às tecnologias presentes na vida cotidiana. Entretanto, a relevância social da Química não assegura, por si só, sua apropriação escolar significativa. Quando o conhecimento químico é reduzido à memorização de fórmulas, nomenclaturas, classificações e procedimentos algorítmicos, a disciplina tende a ser percebida como abstrata, distante da realidade e restrita à repetição de respostas previamente esperadas. Chassot (2003), Santos e Schnetzler (1997), Maldaner (2013) e Pozo e Gómez Crespo (2009) contribuem para compreender que a educação química precisa ultrapassar a lógica meramente conteudista, assumindo a alfabetização científica como possibilidade de leitura crítica do mundo, participação social e interpretação fundamentada dos problemas contemporâneos.

A permanência de práticas transmissivas no ensino de Química não deve ser interpretada de modo simplista, como se resultasse apenas de resistência individual do professor ou de ausência de interesse discente. Trata-se de um fenômeno produzido historicamente por currículos extensos, organização escolar fragmentada, avaliações centradas na reprodução, precariedades materiais, formação docente muitas vezes dissociada da realidade escolar e cultura pedagógica que ainda associa ensinar à exposição verbal e aprender à retenção de informações. Libâneo (2013), Tardif (2014), Pimenta (2012) e Gatti (2017) permitem reconhecer que a prática docente se constitui em uma rede complexa de saberes, condições institucionais, experiências profissionais e expectativas sociais. Assim, a crítica ao modelo transmissivo não significa negar a importância da explicação conceitual, da sistematização teórica ou do estudo orientado, mas problematizar a transformação desses procedimentos em formas únicas de ensino, incapazes de favorecer investigação, argumentação, problematização e construção de sentidos pelos estudantes.

No campo da Educação em Ciências, esse debate ganha especial densidade porque os conhecimentos químicos mobilizam diferentes níveis de representação, envolvendo fenômenos observáveis, modelos explicativos submicroscópicos e linguagens simbólicas que exigem mediações pedagógicas consistentes. O estudante não aprende Química apenas por ouvir definições ou repetir exercícios; ele precisa relacionar conceitos, interpretar evidências, construir modelos, comparar hipóteses, analisar situações-problema e compreender a função social do conhecimento científico. Mortimer e Scott (2002), Carvalho (2013), Sasseron (2015) e Moreira (2011) indicam que a aprendizagem científica se fortalece quando o ensino promove interações discursivas, investigação orientada, articulação entre conhecimentos prévios e novos significados, além de participação ativa na elaboração de explicações. Nesse sentido, a discussão sobre metodologias ativas e recursos tecnológicos não pode ser tratada como

modismo pedagógico, mas como parte de uma preocupação mais ampla com a qualidade da mediação docente e com a formação científica crítica. As metodologias ativas emergem, nesse contexto, como possibilidades de reorganização do processo de ensino-aprendizagem, desde que compreendidas como fundamentos pedagógicos e não como técnicas isoladas ou receitas metodológicas. A aprendizagem baseada em problemas, a aprendizagem baseada em projetos, a sala de aula invertida, o ensino por investigação, a experimentação problematizadora e a aprendizagem colaborativa podem ampliar a participação intelectual dos estudantes, favorecendo autonomia, diálogo, pesquisa, cooperação e tomada de decisão. Dewey (1938), Freire (1996), Berbel (2011), Bacich e Moran (2018) e Zabala (1998) sustentam, por caminhos teóricos distintos, que aprender envolve agir sobre problemas, atribuir sentido às experiências, formular perguntas, confrontar interpretações e reconstruir conhecimentos. No ensino de Química, tais metodologias tornam-se relevantes quando permitem transformar conceitos em instrumentos de leitura da realidade, evitando que a inovação se limite a dinâmicas

motivacionais sem aprofundamento conceitual.

Os recursos tecnológicos e as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação também se inserem nessa discussão, mas sua presença na escola exige análise crítica. Plataformas digitais, simuladores, laboratórios virtuais, vídeos, aplicativos, ambientes virtuais de aprendizagem, modelos tridimensionais e ferramentas colaborativas podem favorecer visualizações, registros, pesquisas, comunicação e simulações de fenômenos que nem sempre são facilmente observáveis em laboratório físico. Contudo, Kenski (2012), Valente (2005), Lévy (1999), Coll e Monereo (2010) e Bacich e Moran (2018) permitem compreender que tecnologia educacional não é sinônimo automático de inovação pedagógica. O mesmo recurso digital pode ampliar aprendizagens ou apenas reproduzir práticas transmissivas em formato eletrônico, dependendo da intencionalidade docente, do planejamento, das condições de acesso, dos critérios de mediação e da articulação com objetivos formativos. Por isso, a questão central não é defender a tecnologia como solução, mas compreender em que condições ela contribui para a aprendizagem significativa em Química.

A Base Nacional Comum Curricular, ao tratar da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, reforça a necessidade de formar estudantes capazes de investigar, argumentar, interpretar fenômenos, avaliar informações, compreender processos tecnológicos e tomar decisões com responsabilidade social (Brasil, 2018). A Lei n. 9.394/1996, ao estabelecer as diretrizes e bases da educação nacional, orienta a formação integral do educando e a vinculação entre educação escolar, trabalho e prática social (Brasil, 1996). A Lei n. 14.533/2023, ao instituir a Política Nacional de Educação Digital, amplia a centralidade da cultura digital na formação escolar brasileira (Brasil, 2023). Esses documentos não são tratados nesta dissertação como objetos de mera descrição normativa, mas como referências que tensionam a prática pedagógica, pois evidenciam a distância entre o que se espera da formação científica contemporânea e as

condições concretas que muitas escolas possuem para efetivar práticas investigativas, tecnológicas e inclusivas.

É nesse descompasso entre as demandas formativas contemporâneas e a persistência de práticas pedagógicas pouco problematizadoras que se localiza a lacuna desta pesquisa. A literatura educacional apresenta ampla produção sobre metodologias ativas, tecnologias digitais e aprendizagem significativa; os documentos curriculares defendem competências relacionadas à investigação, à cultura digital e à contextualização; e a prática escolar revela dificuldades estruturais, formativas e pedagógicas para integrar essas dimensões ao ensino de Química. Entretanto, muitas abordagens ainda tratam tais temas de forma fragmentada: ora enfatizam a metodologia ativa sem discutir o conteúdo químico e a mediação docente, ora valorizam recursos digitais sem problematizar desigualdade de acesso e intencionalidade pedagógica, ora discutem aprendizagem significativa sem articular as políticas curriculares e os desafios institucionais da escola. Essa lacuna justifica a necessidade de uma análise integrada, capaz de relacionar fundamentos teóricos, documentos educacionais, produção acadêmica, limites de implementação e proposições para a prática docente.

Diante desse quadro, esta dissertação é orientada pelo seguinte problema de pesquisa: como a literatura científica e os documentos educacionais orientadores da educação básica brasileira compreendem a articulação entre metodologias ativas e recursos tecnológicos no ensino de Química, e que desafios, limites e contribuições essa articulação apresenta para a prática docente? A formulação do problema evidencia que a investigação não se propõe a realizar pesquisa de campo, aplicar intervenção pedagógica, entrevistar professores ou medir resultados de aprendizagem em turma específica. O estudo concentra-se na análise bibliográfica e documental do objeto, buscando compreender como a articulação entre metodologias ativas, tecnologias educacionais e ensino de Química é discutida teoricamente, orientada curricularmente e tensionada pelas condições reais da escola. Com isso, evita-se a aparência de pesquisa empírica inexistente e preserva-se a coerência científica do percurso investigativo.

O objeto de estudo delimita-se à articulação entre metodologias ativas e recursos tecnológicos no ensino de Química da educação básica, com ênfase em seus fundamentos teóricos, em suas orientações curriculares, nos desafios de implementação e nas contribuições possíveis para a prática docente. A delimitação temporal e temática não pretende abarcar toda a história do ensino de Química nem todos os debates sobre tecnologias educacionais, mas concentrar-se na discussão contemporânea que envolve aprendizagem significativa, cultura digital, formação docente, currículo de Ciências da Natureza, práticas investigativas e proposições pedagógicas. Essa delimitação também impede que o trabalho seja deslocado para temas acessórios ou para debates tecnológicos autônomos que, embora atuais, não constituem o núcleo da dissertação. O centro da análise permanece no ensino de Química e na prática docente, considerando a tecnologia e as metodologias ativas como mediações possíveis, dependentes de planejamento, contexto,

formação e intencionalidade.

A relevância científica da pesquisa decorre da necessidade de sistematizar criticamente um debate que tem crescido no campo da Educação em Ciências, mas que ainda demanda articulação mais consistente entre teoria da aprendizagem, didática da Química, currículo, tecnologias digitais e desenvolvimento profissional docente. Ausubel (2003), Moreira (2011), Novak e Gowin (1996), Carvalho (2013), Chassot (2003), Santos e Schnetzler (1997) e Maldaner (2013) oferecem fundamentos importantes para compreender que a aprendizagem química não se consolida pela simples exposição de conteúdos, mas pela construção de relações significativas entre conceitos, experiências, linguagens e problemas. Ao reunir esses fundamentos com a análise de documentos educacionais e com discussões sobre metodologias ativas e TDICs, a dissertação contribui para o campo acadêmico ao evitar tanto a defesa ingênua da inovação quanto a rejeição abstrata das tecnologias, propondo leitura crítica, situada e pedagogicamente responsável.

A relevância social da investigação está associada ao fato de que a Química participa de problemas públicos que afetam diretamente a vida coletiva, como qualidade da água, alimentação, medicamentos, energia, saneamento, produção industrial, descarte de resíduos, poluição, mudanças ambientais e consumo. A compreensão desses temas exige formação científica que permita interpretar informações, avaliar riscos, distinguir evidências de opiniões, reconhecer impactos tecnológicos e participar de decisões sociais. Freire (1996), Chassot (2003), Auler (2007) e Santos (2007) ajudam a compreender que a educação científica não é neutra, pois envolve modos de ler o mundo e de posicionar-se diante dele. Nessa perspectiva, o ensino de Química mediado por metodologias ativas e recursos tecnológicos pode ampliar a participação discente quando vinculado a problemas socialmente significativos, à democratização do conhecimento e à formação de sujeitos críticos.

A relevância educacional da pesquisa relaciona-se à necessidade de apoiar práticas docentes mais intencionais, contextualizadas e coerentes com os desafios da escola contemporânea. A inovação pedagógica não pode ser reduzida à troca de instrumentos, à adoção episódica de plataformas ou à substituição da aula expositiva por atividades desconectadas dos objetivos de aprendizagem. Tardif (2014), Nóvoa (2009), Imbernón (2010), Pimenta (2012) e Gatti (2017) ressaltam que a docência é uma profissão marcada por saberes construídos na formação, na experiência, na reflexão e no contexto institucional. Por isso, discutir metodologias ativas e tecnologias no ensino de Química exige considerar formação continuada, planejamento, avaliação, infraestrutura, cultura escolar e acompanhamento institucional. A contribuição educacional da dissertação está em indicar que práticas inovadoras precisam ser construídas de modo articulado, com base teórica, clareza metodológica e compromisso com a aprendizagem dos estudantes.

Com base nessa problemática, o objetivo geral da dissertação é analisar, por meio de pesquisa bibliográfica e documental, como a articulação entre metodologias ativas e recursos tecnológicos é compreendida no ensino de Química da educação básica, identificando fundamentos teóricos, orientações

curriculares, desafios de implementação e contribuições para a prática docente. Esse objetivo geral orienta a totalidade do percurso investigativo e impede a dispersão temática, pois vincula teoria, documentos, análise crítica e proposições pedagógicas. Como desdobramentos, a pesquisa busca examinar os fundamentos teóricos das metodologias ativas, dos recursos tecnológicos educacionais e da aprendizagem significativa no ensino de Química; contextualizar o ensino de Química nas políticas curriculares, nos documentos educacionais brasileiros e na produção acadêmica; analisar criticamente os desafios, limites e possibilidades da articulação entre metodologias ativas e recursos tecnológicos; e propor implicações e diretrizes pedagógicas para a prática docente, considerando formação continuada, infraestrutura escolar, intencionalidade pedagógica, planejamento, avaliação e aprendizagem significativa.

Do ponto de vista metodológico, a dissertação caracteriza-se como uma pesquisa de natureza aplicada quanto à finalidade, qualitativa quanto à abordagem do problema, exploratória, descritiva e analítico-interpretativa quanto aos objetivos, e bibliográfica e documental quanto aos procedimentos técnicos. A natureza aplicada justifica-se porque o estudo, embora não realize intervenção empírica, pretende produzir compreensão teórica e proposições educacionais capazes de subsidiar práticas docentes em Química. A abordagem qualitativa é adequada porque a investigação interpreta sentidos, fundamentos, tensões, categorias e documentos, sem pretensão de mensuração estatística ou generalização por amostragem. Gil (2022), Minayo (2014), Severino (2016) e Lakatos e Marconi (2022) sustentam que pesquisas qualitativas são pertinentes quando o objeto envolve processos educativos, práticas sociais, documentos, significados e relações complexas que exigem leitura interpretativa e fundamentada.

O método de pesquisa utilizado assume orientação analítico-interpretativa, apoiada em leitura crítica, comparação teórica, análise documental e sistematização categorial. A pesquisa bibliográfica foi estruturada a partir de livros, artigos científicos, dissertações, teses e produções acadêmicas que discutem ensino de Química, metodologias ativas, tecnologias digitais, aprendizagem significativa, formação docente, currículo, avaliação e inovação pedagógica. A pesquisa documental considerou marcos educacionais e curriculares pertinentes ao objeto, especialmente aqueles voltados à educação básica, à área de Ciências da Natureza, à formação docente e à cultura digital. Assim, os objetos de pesquisa, compreendidos como fontes de análise, correspondem ao conjunto de produções teóricas e documentos educacionais que permitem interpretar a articulação entre metodologias ativas e recursos tecnológicos no ensino de Química.

Os procedimentos metodológicos organizaram-se em etapas articuladas. Inicialmente, realizou-se a delimitação do tema, do problema, dos objetivos e das categorias analíticas. Em seguida, procedeu-se à seleção de referenciais bibliográficos e documentos educacionais coerentes com o objeto da pesquisa, priorizando autores reconhecidos no campo da Educação, da Educação em Ciências, da Educação Química, das metodologias ativas, das tecnologias educacionais, da aprendizagem significativa e da formação

docente. Posteriormente, foi desenvolvida leitura exploratória, seletiva, analítica e interpretativa do material, conforme orientação metodológica de Gil (2022), Severino (2016) e Lakatos e Marconi (2022). A análise buscou identificar aproximações, recorrências, tensões e lacunas entre literatura científica e documentos educacionais, tomando como categorias centrais: metodologias ativas no ensino de Química; recursos tecnológicos e TDICs; aprendizagem significativa; formação e prática docente; desafios estruturais; desafios pedagógicos; e proposições educacionais.

A opção pela análise categorial não transforma a pesquisa em levantamento estatístico nem em estudo empírico de frequência textual. Bardin (2016) contribui para compreender que categorias permitem organizar sentidos e construir inferências, mas, nesta dissertação, a categorização é utilizada como procedimento de ordenação crítica do material bibliográfico e documental. O objetivo não é quantificar ocorrências, e sim compreender como diferentes autores e documentos tratam a articulação entre metodologias ativas, recursos tecnológicos e ensino de Química. Por isso, a análise mobiliza diálogo teórico e interpretação fundamentada, relacionando conceitos, políticas curriculares, desafios institucionais e implicações pedagógicas. Essa organização metodológica assegura coerência com a natureza bibliográfica e documental da dissertação e evita a inadequação de capítulos metodológicos autônomos ou de uma seção de resultados nos moldes de pesquisa de campo.

A dissertação foi estruturada em quatro capítulos analíticos, conforme a lógica científica própria de uma pesquisa bibliográfica e documental. O primeiro capítulo constrói os fundamentos teóricos das metodologias ativas, dos recursos tecnológicos e da aprendizagem significativa no ensino de Química. Nele, são discutidos os limites do modelo transmissivo, os fundamentos pedagógicos das metodologias ativas, suas principais aplicações à Educação Química, o papel das TDICs e a contribuição da aprendizagem significativa para a construção do conhecimento químico. Esse capítulo responde à necessidade de estabelecer a base conceitual do estudo, demonstrando que metodologias e tecnologias só produzem contribuição pedagógica quando articuladas a objetivos claros, mediação docente qualificada e fundamentos consistentes de aprendizagem.

O segundo capítulo contextualiza o tema no campo das políticas educacionais, dos documentos curriculares e da produção acadêmica sobre tecnologias e metodologias ativas no ensino de Química. A análise contempla o lugar da Química na educação básica brasileira, as competências da área de Ciências da Natureza, as discussões sobre cultura digital e inovação pedagógica, a formação docente para integrar metodologias ativas e recursos tecnológicos e a produção acadêmica recente sobre a temática. Esse capítulo permite compreender que o problema investigado não se restringe à sala de aula individual, pois envolve diretrizes curriculares, políticas de formação, infraestrutura escolar, cultura institucional e debates científicos que orientam o trabalho pedagógico.

O terceiro capítulo desenvolve a análise crítica da literatura e dos documentos, examinando

potencialidades e limites da articulação entre metodologias ativas e recursos tecnológicos no ensino de Química. A discussão aborda desafios estruturais, como infraestrutura, acesso e desigualdade tecnológica; desafios formativos, como saberes docentes, resistência e insegurança pedagógica; desafios pedagógicos, como intencionalidade, planejamento e avaliação; e categorias analíticas resultantes da pesquisa. Esse capítulo assume função interpretativa central, pois demonstra que a inovação educacional não depende apenas da escolha de uma estratégia metodológica ou de um recurso digital, mas da articulação entre condições materiais, formação docente, currículo, mediação pedagógica e projeto institucional.

O quarto capítulo apresenta implicações e proposições educacionais para a prática docente em Química, produzindo contribuições mais diretamente voltadas à ação pedagógica e à organização institucional. São discutidos princípios para uma prática docente inovadora, diretrizes para o uso pedagógico de recursos tecnológicos, formação continuada de professores de Química, planejamento, avaliação e acompanhamento das práticas inovadoras, além de proposições para escolas e sistemas de ensino. A função desse capítulo não é oferecer soluções automáticas, mas indicar caminhos críticos e contextualizados para que metodologias ativas e recursos tecnológicos sejam integrados ao ensino de Química com responsabilidade pedagógica, fundamento teórico e compromisso com a aprendizagem significativa. Ao final, as considerações finais retomam o problema, os objetivos, os principais achados, as limitações e as possibilidades de continuidade da pesquisa, encerrando o percurso no fluxo problema, teoria, contexto, análise, contribuições e síntese.

CAPÍTULO 1 - FUNDAMENTOS TEÓRICOS DAS METODOLOGIAS ATIVAS, DOS RECURSOS TECNOLÓGICOS E DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA

O debate sobre o ensino de Química na educação básica exige compreender que a disciplina não se reduz à transmissão de fórmulas, nomenclaturas e procedimentos algorítmicos, pois constitui um campo de leitura crítica do mundo material, das tecnologias, dos processos produtivos, dos riscos ambientais e das relações entre ciência e sociedade. Nesse sentido, Maldaner (2013), Schnetzler (2002) e Santos e Schnetzler (1997) indicam que a aprendizagem química somente adquire densidade formativa quando os conceitos científicos são tratados como instrumentos de interpretação da realidade e não como listas isoladas de conteúdos. A centralidade deste capítulo, portanto, consiste em construir uma base teórica capaz de articular metodologias ativas, recursos tecnológicos e aprendizagem significativa, evitando tanto a defesa ingênua da inovação pela inovação quanto a manutenção de práticas que apenas reproduzem a cultura transmissiva já criticada pela pesquisa em ensino de Ciências.

A literatura educacional demonstra que a renovação do ensino de Química depende de uma tensão produtiva entre permanência e mudança: permanência do rigor conceitual próprio da ciência química e mudança das formas de mediação pedagógica que tornam esse conhecimento acessível, investigativo e socialmente relevante. Pozo e Gómez Crespo (2009) explicam que aprender Ciências envolve reorganizar formas de pensar, interpretar evidências, estabelecer relações causais e construir modelos explicativos, processo que não se realiza pela simples exposição verbal do professor. Nessa direção, Chassot (2003) compreende a alfabetização científica como possibilidade de inclusão social, porque permite ao estudante interpretar discursos científicos presentes na mídia, no consumo, na saúde, no ambiente e nas decisões coletivas. O capítulo assume essa perspectiva crítica para examinar as bases pedagógicas de práticas mais ativas e contextualizadas.

As metodologias ativas são discutidas neste capítulo não como um repertório de técnicas prontas, mas como formas de organização do trabalho pedagógico que deslocam o estudante da posição de receptor para a condição de sujeito que investiga, argumenta, compara, elabora hipóteses e participa da construção do conhecimento. Berbel (2011), Bacich e Moran (2018) e Diesel, Baldez e Martins (2017) convergem ao afirmar que tais metodologias exigem intencionalidade docente, planejamento, clareza dos objetivos formativos e coerência entre problema, atividade, acompanhamento e avaliação. No ensino de Química, esse deslocamento é particularmente importante porque os conceitos químicos articulam linguagem simbólica, representação microscópica e fenômenos macroscópicos, exigindo mediações que ultrapassem a memorização imediata e favoreçam a compreensão conceitual duradoura.

Os recursos tecnológicos e as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação também são examinados com prudência teórica, pois a presença de equipamentos, plataformas, aplicativos ou simuladores não garante, por si só, inovação pedagógica. Kenski (2012), Coll e Monereo (2008) e Lévy

(1999) mostram que as tecnologias reconfiguram tempos, linguagens e formas de circulação do conhecimento, mas seus efeitos educativos dependem do modo como são integradas ao currículo, à avaliação, à mediação docente e às necessidades concretas dos estudantes. No ensino de Química, recursos como simulações, vídeos, ambientes virtuais, laboratórios digitais e ferramentas colaborativas podem favorecer a visualização de fenômenos abstratos, desde que sejam usados para problematizar, investigar e interpretar, não apenas para ilustrar uma explicação tradicional.

A aprendizagem significativa constitui o terceiro eixo estruturante do capítulo, pois permite compreender que a apropriação do conhecimento químico depende da relação entre novos conteúdos e conhecimentos prévios do estudante. Ausubel (2000), Moreira (2011) e Novak e Gowin (1984) sustentam que aprender significativamente requer diferenciação progressiva, reconciliação integradora e organização conceitual, de modo que novas informações sejam incorporadas à estrutura cognitiva com sentido. Assim, o capítulo segue o fluxo problema, fundamentação teórica, contexto, análise crítica, implicações pedagógicas e síntese, discutindo o ensino transmissivo, os fundamentos das metodologias ativas, suas principais aplicações em Química, o papel das TDICs, a aprendizagem significativa e as articulações necessárias para uma prática docente teoricamente consistente.

A reconstrução teórica proposta também reconhece que a mudança metodológica não se realiza apenas por decisão individual do professor, pois envolve condições curriculares, tempo de planejamento, acesso a materiais, formação continuada e cultura institucional. Gatti (2017), Tardif (2014) e Libâneo (2006) ajudam a compreender que a prática docente é atravessada por saberes profissionais, prescrições oficiais, demandas sociais e condições concretas de trabalho. Por isso, o capítulo evita apresentar metodologias ativas e tecnologias como soluções automáticas para problemas historicamente constituídos. O interesse central é analisar como esses referenciais podem contribuir para reorganizar o ensino de Química sem descaracterizar o rigor científico da disciplina e sem transferir ao professor, isoladamente, a responsabilidade por superar limites estruturais da escola pública brasileira.

1.1 O ENSINO DE QUÍMICA E OS LIMITES DO MODELO TRANSMISSIVO

O modelo transmissivo consolidou-se historicamente na escola como forma dominante de organização do ensino, apoiando-se na exposição oral do professor, na cópia, na resolução repetitiva de exercícios e na avaliação voltada à reprodução de respostas previamente esperadas. No ensino de Química, esse modelo torna-se especialmente problemático porque transforma conceitos complexos, como átomo, mol, ligações químicas, equilíbrio, cinética e transformações energéticas, em informações fragmentadas que o estudante deve memorizar sem necessariamente compreender. Maldaner (2013) e Schnetzler (2002) observam que a tradição conteudista dificulta a constituição de uma educação química comprometida com a cidadania, pois separa o conhecimento escolar das questões ambientais, tecnológicas e sociais em que a

Química efetivamente se manifesta.

A crítica ao ensino transmissivo não significa negar a importância do conteúdo químico, mas rejeitar a ideia de que o conteúdo se aprende adequadamente quando é apenas apresentado em sequência lógica pelo professor. Pozo e Gómez Crespo (2009) argumentam que os estudantes chegam à escola com concepções prévias sobre matéria, transformação, energia e substâncias, e essas concepções interferem na interpretação dos conhecimentos científicos. Quando a prática pedagógica ignora esses saberes iniciais, tende a produzir aprendizagem verbalista, frágil e pouco transferível para novas situações. Por isso, a mediação docente precisa criar condições para que o estudante confronte explicações espontâneas, interprete evidências e reestruture progressivamente seus modelos explicativos.

A permanência do modelo transmissivo também se relaciona a fatores institucionais, como currículos extensos, tempo reduzido, pressão por resultados em avaliações externas, precariedade de laboratórios e formação docente frequentemente distanciada da realidade escolar. Gatti (2017), Libâneo (2006) e Tardif (2014) ajudam a compreender que a prática docente não é resultado apenas de escolhas individuais, pois depende de condições de trabalho, cultura escolar, políticas curriculares e reconhecimento profissional. Assim, responsabilizar exclusivamente o professor pela reprodução de aulas expositivas simplifica um problema estrutural. A superação do transmissivismo exige reorganização do planejamento, formação continuada, apoio institucional e valorização da dimensão investigativa do ensino de Ciências.

No campo específico da Química, o transmissivismo tende a reduzir a linguagem científica a um conjunto de símbolos desconectados da experiência do estudante. Chassot (2003) e Santos e Schnetzler (1997) defendem que a educação química precisa permitir que o aluno leia criticamente o mundo, compreenda processos produtivos, avalie riscos ambientais, interprete informações sobre medicamentos, alimentos, energia e materiais, e participe de debates públicos que envolvam ciência e tecnologia. Quando a Química é ensinada somente como nomenclatura, cálculo e memorização, perde-se sua potência de formação cultural e política. A disciplina deixa de ser linguagem de interpretação da realidade e passa a ser vista como obstáculo escolar abstrato.

A crítica ao transmissivismo deve considerar que a escola moderna construiu rotinas de ensino baseadas na previsibilidade: exposição, cópia, exercício, correção e prova. Essa sequência não é necessariamente inadequada em todos os momentos, mas torna-se limitada quando ocupa a totalidade da experiência escolar e impede que o estudante formule perguntas, compare evidências e produza explicações próprias. Dewey (1916) já indicava que a aprendizagem se fortalece quando o sujeito enfrenta situações problemáticas capazes de exigir pensamento reflexivo, e essa leitura permanece pertinente ao ensino de Química. Quando o conteúdo é apresentado apenas como informação pronta, o estudante tende a decorar nomes, equações e classificações sem compreender por que esses conhecimentos foram produzidos, como se relacionam com fenômenos reais e em que medida interferem na vida social, ambiental e tecnológica.

No ensino de Química, o modelo transmissivo também se expressa no uso excessivo de exercícios padronizados que cobram aplicação mecânica de fórmulas, balanceamentos e nomenclaturas. Pozo e Gómez Crespo (2009) observam que aprender Ciências requer mudança conceitual, apropriação de modelos e capacidade de explicar fenômenos, dimensões que não se consolidam pela repetição isolada. Mortimer e Machado (2002) acrescentam que a linguagem química envolve relações entre níveis macroscópico, submicroscópico e representacional, o que exige mediações pedagógicas específicas. Assim, quando a aula permanece centrada apenas na resolução de listas, o estudante até pode reconhecer procedimentos, mas dificilmente compreende a natureza do problema, a função dos modelos científicos e os limites das explicações químicas diante da complexidade dos fenômenos.

Uma onça de experiência vale mais que uma tonelada de teoria, simplesmente porque é apenas na experiência que qualquer teoria possui significado vital e verificável. Uma experiência, ainda que muito humilde, é capaz de gerar e conduzir qualquer quantidade de teoria; mas uma teoria separada de uma experiência não pode ser definitivamente apreendida nem mesmo como teoria. Ela tende a tornar-se uma simples fórmula verbal, uma coleção de palavras usadas para tornar o pensamento desnecessário e impossível. (DEWEY, 1916, p. 144).

A contribuição de Dewey (1916) ajuda a compreender por que a crítica ao ensino transmissivo não se limita a defender aulas mais agradáveis ou dinâmicas. O problema central está na separação entre teoria e experiência, pois, quando o conteúdo químico é apresentado sem situação de investigação, sem problema real e sem necessidade de interpretação, a teoria perde força explicativa e tende a converter-se em fórmula verbal. Essa leitura dialoga com Moreira (2011), para quem a aprendizagem significativa exige relação substantiva entre novos conhecimentos e estrutura cognitiva prévia. Assim, a experiência, no ensino de Química, não pode ser confundida com ativismo vazio; deve ser organizada para que o estudante perceba o sentido conceitual dos modelos, das representações e das evidências analisadas.

A permanência de práticas transmissivas não pode ser atribuída somente à resistência docente, pois muitos professores foram formados em trajetórias nas quais predominou a centralidade da exposição e a avaliação classificatória. Tardif (2014) lembra que os saberes docentes são construídos na formação, na experiência, na cultura escolar e nas condições de trabalho, razão pela qual mudanças metodológicas exigem processos formativos continuados e colaborativos. Gatti (2017) reforça que a formação docente precisa articular conhecimento teórico, prática situada e reflexão crítica sobre o trabalho pedagógico. Dessa forma, superar o modelo transmissivo no ensino de Química significa enfrentar uma cultura escolar que naturaliza o professor como emissor do saber e o estudante como receptor de informações, mesmo quando os documentos curriculares indicam competências investigativas e contextualizadas.

Outro aspecto decisivo é que o ensino transmissivo costuma reduzir a avaliação a instrumento de verificação final, enquanto metodologias mais investigativas exigem acompanhamento processual. Luckesi (2011) critica a avaliação voltada exclusivamente à classificação, porque ela tende a registrar o

erro sem transformá-lo em oportunidade de intervenção pedagógica. Hoffmann (2014) acrescenta que a avaliação mediadora deve acompanhar o percurso do estudante, permitindo que professor e aluno compreendam avanços, dificuldades e necessidades de reorganização. Em Química, essa mudança é fundamental porque muitos erros revelam concepções alternativas sobre matéria, energia, transformação, conservação e interação. Quando tais concepções são ignoradas, o ensino reforça respostas decoradas e perde a possibilidade de reconstrução conceitual.

A limitação do transmissivismo torna-se ainda mais visível quando se considera a relação entre Química, tecnologia e sociedade. Chassot (2003) argumenta que a alfabetização científica constitui possibilidade de inclusão social, pois amplia a capacidade de ler criticamente informações sobre saúde, ambiente, alimentação, energia e consumo. Santos e Schnetzler (1997) defendem que a educação em Química deve contribuir para a cidadania, permitindo aos estudantes compreender implicações sociais do conhecimento químico. Portanto, quando a disciplina é ensinada apenas como sequência de conteúdos descontextualizados, ela deixa de cumprir função formativa ampla e reforça a percepção de que a Química é distante da vida cotidiana, reservada apenas a especialistas ou a exames escolares.

Outro limite do modelo transmissivo está na forma como lida com o erro, frequentemente tratado como falha individual do estudante e não como indicador de hipóteses, dificuldades conceituais ou lacunas de mediação. Carvalho (2018) e Auler (2007) indicam que o ensino investigativo e as abordagens Ciência, Tecnologia e Sociedade ampliam a possibilidade de transformar o erro em objeto de análise, discussão e reconstrução. No ensino de Química, isso significa valorizar perguntas, justificativas, evidências e argumentações, permitindo que o estudante compreenda por que determinada explicação é cientificamente mais adequada. Essa mudança desloca a aula da mera correção de respostas para a construção de critérios de validade científica.

1.2 METODOLOGIAS ATIVAS: FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS E CONCEITUAIS

As metodologias ativas podem ser compreendidas como princípios de organização pedagógica nos quais o estudante participa de modo efetivo da construção do conhecimento, enfrentando situações-problema, investigando fontes, formulando hipóteses, colaborando com colegas, argumentando e avaliando percursos de aprendizagem. Berbel (2011) destaca que essas metodologias favorecem autonomia porque mobilizam o estudante para tomar decisões intelectuais diante de problemas relevantes. Bacich e Moran (2018) acrescentam que a atividade discente precisa ser orientada por objetivos formativos claros, pois participação sem direção pedagógica pode converter-se em dispersão. No ensino de Química, a atividade deve conduzir à compreensão dos conceitos e não apenas à execução de tarefas atraentes.

A base pedagógica das metodologias ativas dialoga com Dewey (1938), para quem a experiência educativa precisa articular ação, reflexão e continuidade, de modo que uma situação vivida pelo estudante se

converta em aprendizagem quando é investigada, problematizada e reorganizada intelectualmente. Freire (1996) também contribui para essa compreensão ao defender que ensinar exige respeito aos saberes dos educandos, curiosidade epistemológica e rejeição da educação bancária. Embora partam de matrizes teóricas distintas, Dewey (1938) e Freire (1996) convergem na crítica à passividade discente e na defesa de práticas em que o conhecimento é produzido na relação entre sujeito, objeto, linguagem e contexto histórico.

No ensino de Química, os fundamentos das metodologias ativas exigem atenção às especificidades epistemológicas da disciplina. Mortimer e Machado (2002) ressaltam que compreender Química implica transitar entre níveis de representação macroscópico, submicroscópico e simbólico, movimento que requer mediações cuidadosamente planejadas. Assim, uma metodologia ativa não pode limitar-se a distribuir tarefas em grupo ou pedir apresentações; ela deve criar situações em que o estudante observe fenômenos, interprete dados, use modelos, compare explicações e estabeleça relações entre linguagem química e realidade. A atividade é pedagogicamente relevante quando conduz à elaboração conceitual, não quando apenas substitui a aula expositiva por dinâmica superficial.

A discussão conceitual também exige distinguir metodologia ativa de espontaneísmo pedagógico. Zabala (1998), Libâneo (2006) e Tardif (2014) ajudam a compreender que a ação docente continua central, ainda que o estudante assuma papel mais participativo. O professor planeja o problema, seleciona materiais, organiza grupos, define critérios, acompanha dificuldades, propõe intervenções e avalia avanços. Portanto, metodologias ativas não diminuem a responsabilidade docente; ao contrário, ampliam a complexidade do trabalho pedagógico, pois exigem domínio do conteúdo, sensibilidade didática, capacidade de escuta e habilidade para transformar dúvidas em oportunidades de aprendizagem.

As metodologias ativas, quando compreendidas em perspectiva crítica, não eliminam a função docente; ao contrário, ampliam a responsabilidade pedagógica do professor. Bacich e Moran (2018) observam que a participação do estudante depende de desenho didático intencional, seleção adequada de problemas, acompanhamento das interações e avaliação coerente com os objetivos de aprendizagem. Berbel (2011) destaca que a autonomia discente não nasce espontaneamente, mas é construída em situações que exigem decisão, investigação e responsabilização. No ensino de Química, isso significa que o professor precisa planejar situações nas quais os estudantes mobilizem conhecimentos prévios, formulem hipóteses, analisem evidências, usem linguagem científica e confrontem explicações com dados observáveis, evitando que a atividade se reduza a movimentação aparente sem densidade conceitual.

A dimensão problematizadora é um dos fundamentos mais importantes das metodologias ativas. Freire (1996) compreende o ato de ensinar como prática que exige diálogo, curiosidade epistemológica e respeito à autonomia do educando, o que aproxima sua pedagogia das propostas investigativas contemporâneas. Berbel (2011) afirma que a problematização permite que o estudante relacione conhecimento escolar e realidade, deslocando-se da aceitação passiva para a análise crítica. Em Química,

problemas sobre tratamento de água, qualidade de alimentos, combustíveis, medicamentos, resíduos, cosméticos e poluição atmosférica favorecem aprendizagem porque exigem conceitos químicos para interpretar situações sociais. Contudo, o problema precisa ser cientificamente orientado; se não demandar explicação química, corre o risco de permanecer em debate genérico.

O ato intencional é, portanto, a unidade típica da vida digna em uma sociedade democrática. Nós temos desejado, cada vez mais, que a educação seja considerada como a própria vida, e não como uma simples preparação para viver mais tarde. Se a educação é vida, então a escola deve apresentar situações de vida que valham a pena, nas quais o estudante atue com propósito, responsabilidade e sentido social. (KILPATRICK, 1918, p. 320).

A formulação de Kilpatrick (1918) sustenta a importância de projetos e problemas no ensino de Química porque vincula aprendizagem, propósito e participação democrática. Quando o estudante investiga a composição de produtos, a qualidade da água, o descarte de resíduos ou a produção de energia, o conhecimento químico deixa de ser preparação abstrata para um futuro indefinido e passa a operar como instrumento de leitura da realidade. Bender (2014) e Hernández (1998) reforçam que projetos têm potência formativa quando articulam investigação, planejamento, produção e socialização pública. Assim, a metodologia ativa não se justifica por tornar a aula menos expositiva, mas por inserir o estudante em práticas intelectuais com finalidade social, responsabilidade argumentativa e elaboração científica.

A colaboração também é princípio estruturante das metodologias ativas, mas deve ser entendida como construção intelectual compartilhada, não como simples divisão de tarefas. Vygotski (2007) indica que a interação social participa do desenvolvimento das funções psicológicas superiores, permitindo que sujeitos avancem com apoio de mediações culturais e linguísticas. Bacich e Moran (2018) acrescentam que a aprendizagem colaborativa exige papéis, registros, negociação de sentidos e socialização das descobertas. No ensino de Química, o trabalho em grupo precisa favorecer argumentação, comparação de hipóteses, análise de evidências e comunicação científica. Quando cada estudante apenas cumpre uma parte isolada do trabalho, não há colaboração formativa; há fragmentação da atividade, reproduzindo a lógica instrumental que as metodologias ativas pretendem superar.

Outro fundamento relevante é a autonomia intelectual, frequentemente mencionada de modo superficial nos discursos pedagógicos. Autonomia não significa abandono do estudante, ausência de explicação docente ou substituição do professor por plataformas digitais. Para Berbel (2011), a autonomia se desenvolve quando o estudante participa de decisões, responsabiliza-se pelo percurso de aprendizagem e aprende a justificar escolhas. Para Zabala (1998), a intervenção docente deve organizar situações didáticas capazes de articular conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Em Química, a autonomia aparece quando o estudante consegue selecionar informações, interpretar resultados, reconhecer limites de uma explicação, revisar hipóteses e aplicar conceitos a situações novas. Dessa forma, metodologias ativas

exigem orientação sistemática, e não simples transferência de tarefas ao aluno.

As metodologias ativas também tensionam a organização tradicional do tempo escolar. Bergmann e Sams (2012), ao discutirem a sala de aula invertida, mostram que parte do contato inicial com determinados materiais pode ocorrer antes do encontro presencial, reservando a aula para mediação, debate e aplicação. Entretanto, Leite (2017) alerta que, no ensino de Química, essa reorganização precisa considerar acesso dos estudantes aos recursos, clareza das orientações e acompanhamento das dificuldades. Não basta enviar vídeos ou textos para estudo prévio; é necessário construir perguntas orientadoras, instrumentos de registro e atividades presenciais que retomem aquilo que foi estudado. Sem essa articulação, a inversão pode apenas deslocar a exposição para casa e manter a sala de aula presa a correções mecânicas.

O fundamento crítico das metodologias ativas, portanto, está em compreender que aprender Química envolve apropriar-se de formas de pensar e falar cientificamente sobre o mundo. Pozo e Gómez Crespo (2009) explicam que o estudante precisa construir estruturas conceituais que lhe permitam interpretar fenômenos e tomar decisões em contextos diferentes daqueles em que aprendeu. Bacich e Moran (2018) acrescentam que metodologias ativas exigem avaliação processual, devolutivas frequentes e replanejamento. Assim, a prática ativa não se encerra na realização de uma atividade, mas inclui acompanhamento do percurso, análise do erro, reorganização do conhecimento e reflexão sobre o sentido social da aprendizagem química.

Quadro 1— Eixos teórico-pedagógicos das metodologias ativas no ensino de Química

Eixo	Função no ensino de Química	Risco a ser evitado
Problematização	Parte de fenômenos, casos, controvérsias ou situações reais que exigem interpretação química.	Evita que a atividade se reduza a motivação inicial sem aprofundamento conceitual.
Investigação	Mobiliza observação, levantamento de hipóteses, análise de dados e construção de explicações.	Impede a simples reprodução de roteiros experimentais fechados e mecânicos.
Colaboração	Organiza interação entre estudantes para negociação de sentidos, argumentação e cooperação.	Evita trabalhos em grupo sem responsabilidade intelectual compartilhada.
Mediação docente	Garante intervenção qualificada, perguntas orientadoras, acompanhamento e avaliação formativa.	Impede que protagonismo discente seja confundido com ausência de direção pedagógica.
Contextualização	Relaciona conceitos químicos a ambiente, saúde, tecnologia, consumo e vida cotidiana.	Evita aplicação artificial de exemplos desconectados dos objetivos científicos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

O Quadro 1 sintetiza que as metodologias ativas dependem de coerência interna entre problema, investigação, colaboração, mediação e contextualização. Essa leitura impede a compreensão reducionista

segundo a qual basta substituir uma aula expositiva por uma atividade dinâmica para que haja inovação. Conforme Berbel (2011) e Bacich e Moran (2018), a potência pedagógica está na qualidade da situação de aprendizagem, na clareza dos objetivos e na capacidade de provocar reorganização conceitual. No ensino de Química, isso significa planejar experiências que façam o estudante relacionar fenômenos observáveis, linguagem simbólica, explicações microscópicas e implicações sociais da ciência.

1.3 PRINCIPAIS METODOLOGIAS ATIVAS APLICADAS AO ENSINO DE QUÍMICA

Entre as metodologias ativas mais recorrentes no ensino de Química, a aprendizagem baseada em problemas ocupa lugar relevante por organizar o processo educativo a partir de situações desafiadoras que não possuem solução imediata. Berbel (2011) e Bender (2014) indicam que problemas bem formulados favorecem mobilização de conhecimentos prévios, pesquisa, argumentação e construção de respostas fundamentadas. Em Química, essa estratégia pode ser aplicada a temas como tratamento de água, descarte de pilhas, qualidade de alimentos, combustíveis, medicamentos e poluição atmosférica. O problema precisa exigir conhecimentos químicos para ser compreendido; caso contrário, a atividade corre o risco de tornar-se debate genérico sem elaboração científica.

A aprendizagem baseada em projetos também apresenta grande potencial para o ensino de Química, pois articula investigação, planejamento, produção e socialização de resultados. Bender (2014), Bacich e Moran (2018) e Hernández (1998) defendem que projetos educativos favorecem integração entre diferentes saberes e permitem que os estudantes desenvolvam autonomia, colaboração e responsabilidade. No contexto da Química, projetos podem envolver análise de água da comunidade, estudo de produtos de limpeza, produção de materiais alternativos, investigação de resíduos escolares ou elaboração de campanhas sobre consumo responsável. O valor formativo do projeto está na relação entre prática, teoria, evidências e reflexão crítica, não apenas no produto final.

A sala de aula invertida, discutida por Bergmann e Sams (2012), desloca parte do contato inicial com conteúdos para momentos prévios, reservando o tempo presencial para resolução de problemas, experimentação, discussão e acompanhamento das dificuldades dos estudantes. Leite (2017) destaca que, no ensino de Química, essa estratégia pode favorecer o uso de vídeos, simulações, textos orientadores e questionários diagnósticos antes da aula, permitindo que o professor utilize o encontro presencial para aprofundar conceitos, corrigir equívocos e promover atividades investigativas. Contudo, a sala invertida exige planejamento rigoroso, acesso aos materiais e formas de acompanhamento, pois enviar conteúdo para estudo prévio não caracteriza, por si só, inovação pedagógica.

O ensino por investigação constitui outra abordagem relevante, especialmente por aproximar a aula de Química das práticas de produção do conhecimento científico. Carvalho (2018) explica que a investigação escolar não deve ser confundida com reprodução integral do trabalho científico profissional, mas com

criação de situações em que o estudante formule perguntas, teste hipóteses, analise dados, registre conclusões e justifique explicações. Em Química, atividades investigativas podem partir de mudanças de cor, formação de precipitados, variação de temperatura, separação de misturas, reações ácido-base ou estudos de materiais. A questão central é que o experimento não seja demonstração passiva, mas ocasião para pensar conceitualmente.

A aprendizagem baseada em problemas, no ensino de Química, precisa partir de situações que contenham conflito cognitivo e relevância social. Berbel (2011) e Bender (2014) indicam que problemas bem construídos não apresentam solução única imediata, pois exigem pesquisa, discussão, tomada de decisão e avaliação de alternativas. Em uma sequência sobre soluções, por exemplo, a análise de potabilidade da água pode mobilizar concentração, solubilidade, pH, contaminação, tratamento e legislação ambiental, articulando conceitos químicos e cidadania. A força dessa abordagem está em fazer com que o estudante perceba a necessidade do conhecimento científico para compreender a situação. Se o problema for apenas ilustração ou pretexto motivacional, a aprendizagem perde densidade e retorna ao padrão transmissivo com aparência inovadora.

A aprendizagem baseada em projetos, por sua vez, favorece integração entre diferentes conteúdos e produção de resultados socialmente comunicáveis. Hernández (1998) compreende os projetos como forma de reorganizar o currículo a partir de questões investigativas, enquanto Bender (2014) destaca planejamento, colaboração, pesquisa e apresentação pública. No ensino de Química, projetos podem envolver desenvolvimento de sabões artesanais com discussão sobre reações de saponificação, investigação de resíduos escolares, estudo de materiais biodegradáveis ou campanhas sobre uso seguro de produtos químicos domésticos. Contudo, o professor precisa garantir que o projeto não se limite ao produto final, pois o percurso investigativo, os registros, as escolhas metodológicas e a argumentação conceitual constituem o núcleo da aprendizagem química.

O ensino por investigação tem especial relevância porque aproxima a aula de Química das práticas de construção do conhecimento científico. Carvalho (2018) afirma que atividades investigativas devem criar condições para que estudantes formulem perguntas, levantem hipóteses, testem ideias, organizem dados e elaborem explicações. Suart e Marcondes (2009) observam que a experimentação escolar pode desenvolver habilidades cognitivas superiores quando ultrapassa roteiros fechados. Assim, uma atividade sobre velocidade das reações, equilíbrio químico ou separação de misturas deve permitir comparação de condições, análise de resultados inesperados e discussão de modelos explicativos. O laboratório, real ou virtual, não deve ser espaço de confirmação passiva da teoria, mas ambiente de produção orientada de evidências.

A experimentação problematizadora exige também atenção aos riscos de simplificação. Muitas práticas escolares reproduzem receitas experimentais que indicam materiais, procedimentos e resultados

esperados, deixando pouco espaço para tomada de decisão e raciocínio científico. Maldaner (2013) e Schnetzler (2002) defendem que o ensino de Química precisa superar a separação entre fazer e pensar, pois a manipulação de materiais só se torna educativa quando acompanhada de interpretação conceitual. Dessa forma, uma experiência visualmente interessante pode ser pedagogicamente frágil se não provocar perguntas, registros, comparação de hipóteses e discussão das limitações do procedimento. A atividade ativa é aquela que mobiliza pensamento químico, não apenas aquela que coloca estudantes em movimento.

A experimentação problematizadora merece destaque porque a Química possui forte tradição experimental, mas nem todo experimento contribui para aprendizagem significativa. Suart e Marcondes (2009) observam que atividades práticas podem permanecer presas a roteiros fechados, nos quais o estudante apenas confirma resultados esperados, sem compreender o problema investigado. Para tornar-se ativa, a experimentação precisa envolver perguntas, previsões, análise de evidências, comparação entre hipóteses e discussão dos limites dos modelos explicativos. Assim, o laboratório, real ou virtual, deve ser compreendido como espaço de investigação orientada e não como simples ilustração da teoria previamente exposta.

A aprendizagem colaborativa, por sua vez, possibilita que os estudantes negociem significados, formulem explicações, comparem procedimentos e aprendam com diferentes formas de raciocínio. Vygotski (2007), embora não trate especificamente de metodologias ativas no sentido contemporâneo, oferece fundamento importante ao destacar o papel das interações sociais na aprendizagem e no desenvolvimento. No ensino de Química, a colaboração precisa ser planejada para evitar divisão mecânica de tarefas, exigindo que todos participem da interpretação dos fenômenos e da construção das conclusões. Quando bem mediada, a interação fortalece argumentação, linguagem científica e compreensão conceitual.

A sala de aula invertida pode contribuir para o ensino de Química quando articulada a práticas presenciais de maior complexidade. Bergmann e Sams (2012) propõem deslocar parte do contato inicial com conteúdos para momentos prévios, mas Bacich e Moran (2018) alertam que a inversão precisa ser acompanhada por planejamento e avaliação formativa. Em Química, vídeos sobre ligações químicas, estruturas moleculares, reações ou propriedades periódicas podem preparar discussões, simulações e resolução de problemas em sala. Todavia, estudantes com dificuldades de acesso ou de organização do estudo precisam de alternativas, acompanhamento e retomadas coletivas. Sem esses cuidados, a proposta pode ampliar desigualdades e transformar a aula presencial em espaço de cobrança do que não foi adequadamente mediado.

A aprendizagem colaborativa, quando planejada com rigor, favorece a apropriação da linguagem química. Vygotski (2007) destaca o papel da linguagem na mediação do pensamento, o que é particularmente relevante em uma disciplina marcada por símbolos, fórmulas, equações e modelos. Mortimer e Machado (2002) observam que aprender Química envolve transitar entre diferentes formas de representação e discurso. Por isso, atividades colaborativas devem exigir que os estudantes expliquem

processos, justifiquem procedimentos, comparem resultados e produzam registros compreensíveis. A colaboração não substitui o estudo individual nem a intervenção docente; ela cria condições para que cada estudante confronte suas explicações com as de colegas e reestruture seu modo de pensar.

A figura a seguir sintetiza visualmente algumas metodologias ativas que podem ser articuladas ao ensino de Química, especialmente quando o professor busca aproximar fundamentação, planejamento e prática pedagógica. A imagem foi escolhida por reunir, em um mesmo esquema, problematização, aprendizagem colaborativa, ensino por investigação, sala de aula invertida e aprendizagem baseada em projetos, e por dialogar diretamente com o eixo teórico deste capítulo.

Figura 1 — Metodologias ativas no ensino de Química



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

1.4 RECURSOS TECNOLÓGICOS E TDICS NO ENSINO DE QUÍMICA

A discussão sobre recursos tecnológicos no ensino de Química exige superar duas posições igualmente limitadas: a rejeição conservadora das tecnologias como ameaça à escola e a crença tecnicista de que sua simples presença resolveria problemas históricos de aprendizagem. Kenski (2012) afirma que tecnologia envolve modos de organizar conhecimentos, tempos, linguagens e relações, não apenas equipamentos. Coll e Monereo (2008) acrescentam que as tecnologias digitais criam novos cenários de aprendizagem, mas sua relevância depende dos usos pedagógicos efetivamente construídos. Assim, no ensino de Química, simuladores, vídeos, aplicativos, plataformas e laboratórios virtuais são recursos mediadores, e não substitutos da mediação docente.

A especificidade da Química torna as TDICs particularmente relevantes porque muitos conteúdos

dependem da compreensão de entidades e processos que não são diretamente observáveis. Mortimer e Machado (2002) destacam que a aprendizagem química envolve relações entre representações macroscópicas, submicroscópicas e simbólicas. Simuladores digitais, animações moleculares e ambientes interativos podem auxiliar o estudante a visualizar interações, partículas, ligações, forças intermoleculares, equilíbrio e transformações energéticas. Entretanto, conforme Moreira (2011), representações só produzem aprendizagem quando se conectam à estrutura cognitiva do estudante; por isso, a tecnologia precisa ser acompanhada de perguntas, registros, comparação de hipóteses e análise conceitual.

No campo da cultura digital, Lévy (1999) contribui ao mostrar que as formas contemporâneas de produção e circulação do conhecimento são marcadas por redes, interatividade e inteligência coletiva. Essa perspectiva dialoga com Bacich e Moran (2018), para quem metodologias ativas e tecnologias educacionais podem ampliar tempos e espaços de aprendizagem, desde que estejam integradas a projetos pedagógicos consistentes. No ensino de Química, ambientes virtuais podem apoiar fóruns de discussão, produção colaborativa de mapas conceituais, análise de dados experimentais, construção de relatórios e compartilhamento de evidências, favorecendo continuidade entre aula presencial, estudo autônomo e investigação orientada.

A Base Nacional Comum Curricular também reforça que o uso de tecnologias digitais precisa ser crítico, significativo, reflexivo e ético, o que impede reduzi-las a ferramentas de entretenimento ou a dispositivos de exposição de conteúdos. Essa orientação aproxima-se das reflexões de Kenski (2012) e Coll e Monereo (2008), pois considera que a tecnologia deve apoiar comunicação, autoria, produção de conhecimento e resolução de problemas. Em Química, isso implica formar estudantes capazes de buscar informações confiáveis, interpretar dados, avaliar fontes, compreender riscos tecnológicos e participar de debates sobre ciência, ambiente, saúde e sociedade.

Os simuladores digitais constituem um dos recursos mais promissores para o ensino de Química, desde que sejam usados como instrumentos de investigação, não apenas como animações ilustrativas. Coll e Monereo (2008) explicam que ambientes digitais ampliam possibilidades de interação com informações, mas a aprendizagem depende da qualidade das tarefas propostas. Kenski (2012) reforça que tecnologias modificam ritmos e linguagens, exigindo novas formas de mediação docente. Em conteúdos como estrutura atômica, polaridade, geometria molecular, equilíbrio químico e colisões, simulações podem tornar visíveis relações que não aparecem diretamente no laboratório escolar. Entretanto, o professor precisa orientar observações, propor perguntas e solicitar registros, para que a visualização se converta em interpretação conceitual.

Os ambientes virtuais de aprendizagem também podem ampliar o acompanhamento do processo educativo. Bacich e Moran (2018) indicam que plataformas digitais permitem organizar materiais, fóruns, atividades, devolutivas e percursos personalizados, desde que integradas ao planejamento. No

ensino de Química, esses ambientes podem reunir roteiros investigativos, vídeos curtos, simuladores, mapas conceituais, questionários diagnósticos e espaços de socialização de hipóteses. Contudo, Lévy (1999) ajuda a compreender que a inteligência coletiva depende de participação efetiva, e não apenas de acesso a repositórios. Quando o ambiente virtual serve apenas para depositar arquivos, ele reproduz a lógica transmissiva em formato digital. Sua contribuição formativa aparece quando favorece interação, autoria, colaboração e acompanhamento docente.

A tecnologia também deve ser analisada à luz das desigualdades educacionais. Gatti (2017) e Libâneo (2006) mostram que a qualidade do trabalho pedagógico depende de condições institucionais concretas, e não somente de disposição individual do professor. Escolas com internet instável, poucos equipamentos, laboratórios precarizados e ausência de suporte técnico enfrentam limites reais para incorporar recursos digitais. Além disso, estudantes podem possuir acesso desigual a celulares, computadores e conectividade. Dessa forma, a defesa das TDICs no ensino de Química precisa vir acompanhada de políticas de infraestrutura, formação e acompanhamento. Sem essas condições, a inovação tecnológica pode aprofundar desigualdades e responsabilizar professores por problemas que extrapolam sua ação individual.

Além das desigualdades de acesso, a utilização das TDICs deve considerar a formação docente e a sustentabilidade institucional das propostas. Gatti (2017) e Kenski (2012) lembram que a inovação educacional depende de condições materiais, políticas e profissionais. Em escolas sem conectividade adequada, sem equipamentos suficientes ou sem apoio técnico, o uso de tecnologias pode tornar-se episódico e frustrante. Por isso, o professor de Química precisa planejar alternativas inclusivas, combinar recursos digitais e não digitais, utilizar tecnologias de baixo custo quando necessário e garantir que a atividade pedagógica permaneça centrada na aprendizagem científica. A tecnologia deve ampliar oportunidades, não aprofundar exclusões.

O uso pedagógico das TDICs exige critérios didáticos claros. Leite (2017) observa que tecnologias no ensino de Química são mais produtivas quando favorecem representação, experimentação, comunicação e avaliação. Kenski (2012) acrescenta que tecnologia é mediação cultural, não simples equipamento. Por isso, antes de escolher um aplicativo ou simulador, o professor precisa perguntar que conceito será trabalhado, que dificuldade será enfrentada, que interação será proposta e que evidências de aprendizagem serão produzidas. A ferramenta deve estar subordinada ao objetivo formativo. Quando a escolha parte apenas da novidade do recurso, há risco de dispersão, superficialidade e substituição do problema pedagógico por entretenimento tecnológico.

As TDICs podem favorecer aprendizagem inclusiva quando permitem múltiplas formas de acesso, representação e expressão. Coll e Monereo (2008) defendem que ambientes digitais ampliam recursos semióticos, possibilitando textos, imagens, animações, sons, mapas e interações. Em Química, essa diversidade é relevante porque muitos estudantes têm dificuldade de imaginar partículas, ligações,

estruturas e transformações invisíveis. Simulações, modelos tridimensionais e vídeos experimentais podem apoiar estudantes com diferentes estilos de aprendizagem, desde que acompanhados de explicação e atividade orientada. A inclusão, entretanto, não se garante pela tecnologia em si. Ela depende de acessibilidade, adaptação pedagógica, linguagem adequada e acompanhamento das necessidades reais dos estudantes.

A integração entre metodologias ativas e tecnologias digitais deve ser compreendida como uma relação de mediação. Bacich e Moran (2018) afirmam que metodologias ativas e tecnologias podem potencializar-se mutuamente quando o estudante participa de experiências investigativas, colaborativas e autorais. No ensino de Química, isso pode ocorrer em sequências que combinam problema inicial, estudo orientado em ambiente virtual, simulação de fenômenos, experimento presencial, discussão colaborativa e produção de síntese. Essa integração exige planejamento sistêmico, pois a simples justaposição de atividade ativa e recurso digital não garante aprendizagem. O sentido pedagógico emerge da coerência entre problema, conceito, mediação, tecnologia, registro e avaliação.

1.5 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO QUÍMICO

A aprendizagem significativa, formulada por Ausubel (2000), constitui referência essencial para compreender a construção do conhecimento químico, pois afirma que o fator mais importante para aprender é aquilo que o estudante já sabe. Essa ideia tem implicações profundas para o ensino de Química, uma vez que os alunos chegam à escola com explicações prévias sobre substâncias, misturas, combustão, acidez, conservação da massa, energia e materiais. Moreira (2011) explica que o professor precisa identificar esses conhecimentos iniciais e propor situações que permitam relacioná-los a conceitos científicos mais amplos. Sem essa relação, a aprendizagem tende a ser mecânica, verbal e de curta duração.

A teoria ausubeliana distingue aprendizagem mecânica de aprendizagem significativa. Na aprendizagem mecânica, o estudante memoriza informações sem integrá-las de modo substantivo à estrutura cognitiva; na significativa, novos conhecimentos são relacionados a conceitos relevantes já existentes, produzindo reorganização conceitual. Novak e Gowin (1984) ampliam essa discussão ao propor mapas conceituais como instrumentos para representar relações entre ideias e acompanhar a construção de significados. No ensino de Química, mapas conceituais podem ajudar estudantes a relacionar propriedades, constituição, transformações, modelos e aplicações, evitando que os conteúdos apareçam como tópicos isolados.

A construção do conhecimento químico exige considerar que o estudante precisa transitar entre diferentes níveis de representação. Mortimer e Machado (2002) ressaltam que compreender um fenômeno químico não significa apenas observar uma mudança visível, mas interpretá-la por meio de modelos de partículas, equações, relações quantitativas e linguagem específica. Nesse sentido, a aprendizagem

significativa depende de organizadores prévios, atividades investigativas, recursos visuais, experimentação e mediação discursiva. Quando o professor explicita as relações entre o que se observa, o que se representa e o que se explica teoricamente, favorece a integração conceitual defendida por Ausubel (2000) e Moreira (2011).

As metodologias ativas aproximam-se da aprendizagem significativa porque criam situações em que o estudante precisa mobilizar conhecimentos prévios para resolver problemas, interpretar dados e construir explicações. Berbel (2011) e Bacich e Moran (2018) indicam que a atividade discente torna-se formativa quando exige tomada de decisão intelectual e reflexão sobre o processo. Em Química, isso pode ocorrer em atividades sobre qualidade da água, reações em alimentos, materiais poliméricos, combustíveis ou impactos ambientais. O desafio é garantir que a atividade não permaneça no senso comum, mas conduza à apropriação de conceitos químicos cientificamente válidos.

A aprendizagem significativa é especialmente importante para o ensino de Química porque muitos conceitos escolares entram em tensão com explicações do senso comum. Moreira (2011) explica que novos conhecimentos precisam relacionar-se de modo não arbitrário e substantivo à estrutura cognitiva do aprendiz. Ausubel (2000) destaca que o conhecimento prévio é fator decisivo para a aprendizagem, pois funciona como ponto de ancoragem para novas ideias. Em Química, estudantes chegam à escola com concepções sobre dissolução, combustão, mistura, acidez, pureza e transformação, nem sempre compatíveis com modelos científicos. Ignorar essas concepções favorece memorização; investigá-las permite organizar intervenções capazes de promover diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

Os organizadores prévios podem contribuir para superar dificuldades recorrentes na aprendizagem química. Moreira (2011) indica que organizadores prévios ajudam a estabelecer pontes cognitivas entre aquilo que o estudante já sabe e aquilo que precisa aprender. No ensino de Química, podem assumir a forma de situações-problema, esquemas comparativos, mapas conceituais, perguntas diagnósticas, analogias cuidadosamente controladas ou vídeos curtos que antecipam relações gerais. O objetivo não é simplificar excessivamente o conteúdo, mas preparar a estrutura cognitiva para receber novos conceitos. Quando o professor inicia uma sequência pela identificação das ideias dos estudantes, aumenta a possibilidade de construir aprendizagem significativa em lugar de simples reprodução verbal.

A relação entre aprendizagem significativa e metodologias ativas aparece com força na exigência de participação cognitiva. Uma atividade pode ser denominada ativa, mas permanecer cognitivamente passiva se o estudante apenas executa passos sem compreender o sentido do que faz. Ausubel (2000) e Moreira (2011) permitem diferenciar participação aparente de aprendizagem substantiva. Em Química, manipular materiais, assistir a vídeos ou usar simuladores só favorece aprendizagem significativa quando o estudante relaciona ações, observações e modelos explicativos. Por isso, o professor precisa propor perguntas que obriguem comparação, justificação, previsão, análise de erro e generalização. A atividade torna-se

significativa quando reorganiza a estrutura conceitual do estudante.

Essa orientação expressa a relação entre conhecimento conceitual e formação cidadã. Santos e Schnetzler (1997) sustentam que a educação química comprometida com a cidadania não substitui conceitos por temas sociais, mas utiliza temas sociais para atribuir sentido aos conceitos e permitir interpretação crítica da realidade. Assim, compreender processos químicos em relação às implicações ambientais, sociais e tecnológicas significa superar tanto o conteudismo abstrato quanto o ativismo sem ciência. A aprendizagem significativa exige o encontro entre rigor conceitual, contexto e participação intelectual do estudante.

A construção do conhecimento químico também depende da articulação entre linguagem cotidiana e linguagem científica. Mortimer e Machado (2002) mostram que o ensino de Química envolve aprender formas específicas de falar, escrever e representar fenômenos. Chassot (2003) associa alfabetização científica à capacidade de ler o mundo com instrumentos da ciência. Assim, a aprendizagem significativa não é apenas retenção de conceitos, mas apropriação de uma linguagem que permite interpretar transformações materiais e participar de debates sociais. Quando o estudante compreende o significado de concentração, acidez, reação, equilíbrio ou oxidação, passa a analisar informações sobre medicamentos, alimentos, combustíveis e meio ambiente com maior autonomia intelectual.

A avaliação é parte constitutiva da aprendizagem significativa. Luckesi (2011) entende a avaliação como ato de investigar a qualidade da aprendizagem para tomar decisões pedagógicas, e Hoffmann (2014) defende acompanhamento mediador do percurso do estudante. Em metodologias ativas, isso exige instrumentos variados: registros de investigação, mapas conceituais, relatórios, portfólios, autoavaliação, rubricas, debates e resolução de problemas. No ensino de Química, a avaliação deve verificar não apenas resposta final, mas processo de raciocínio, uso de evidências, coerência representacional e capacidade de transferir conceitos para situações novas. Desse modo, avaliação e aprendizagem deixam de ser momentos separados e passam a constituir uma mesma dinâmica formativa.

A aprendizagem significativa também exige cuidado com a interdisciplinaridade. Santos e Schnetzler (1997) defendem uma educação em Química comprometida com a cidadania, o que exige diálogo com ambiente, saúde, tecnologia, economia e cultura. Entretanto, a interdisciplinaridade não pode dissolver a especificidade química em debates gerais. O conhecimento químico possui conceitos, métodos, representações e critérios próprios, e é justamente essa especificidade que permite interpretar problemas sociais com profundidade científica. Assim, metodologias ativas e TDICs devem favorecer conexões interdisciplinares sem abandonar os fundamentos da disciplina. O desafio docente é articular relevância social e rigor conceitual, evitando tanto o conteudismo isolado quanto a contextualização superficial.

Nessa perspectiva, os instrumentos avaliativos precisam ser escolhidos conforme a natureza das aprendizagens pretendidas. Luckesi (2011), Hoffmann (2014) e Moreira (2011) contribuem para

compreender que a avaliação deve produzir informações sobre avanços conceituais, dificuldades persistentes, argumentações e capacidade de transferência. Em metodologias ativas, registros de investigação, mapas conceituais, portfólios, autoavaliação, resolução de problemas e apresentação de evidências permitem acompanhar o percurso formativo sem reduzir a aprendizagem à resposta final. No ensino de Química, tais instrumentos tornam visível se o estudante apenas reproduziu fórmulas ou se compreendeu relações entre fenômenos, modelos, representações e aplicações sociais do conhecimento químico.

Quadro 2 — Articulação entre aprendizagem significativa, metodologias ativas e TDICs

Dimensão	Mediação no ensino de Química	Implicação pedagógica
Conhecimentos prévios	Levantamento de concepções sobre fenômenos químicos cotidianos antes da formalização teórica.	Permite planejar intervenções que transformem ideias iniciais em conceitos científicos.
Organizadores prévios	Uso de esquemas, perguntas, situações-problema e mapas iniciais para preparar a aprendizagem.	Favorece ancoragem dos novos conteúdos na estrutura cognitiva do estudante.
Atividade investigativa	Problemas, projetos, experimentos e simulações orientados por hipóteses, evidências e justificativas.	Impede aprendizagem mecânica e fortalece relações substantivas entre conceitos.
Tecnologia digital	Representação de fenômenos abstratos por simulações, modelos, vídeos e ambientes colaborativos.	Amplia visualização e interação quando vinculada a objetivos conceituais.
Avaliação formativa	Acompanhamento de registros, erros, hipóteses, argumentos e reorganizações conceituais.	Transforma a avaliação em mediação da aprendizagem e não apenas em classificação.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

O Quadro 2 evidencia que a aprendizagem significativa não é um resultado espontâneo da atividade, mas uma construção planejada que articula diagnóstico, mediação, representação, investigação e avaliação. Ausubel (2000) e Moreira (2011) reforçam que a ancoragem conceitual depende da disponibilidade de ideias relevantes na estrutura cognitiva do estudante e da organização lógica do material de ensino. Nesse processo, metodologias ativas e TDICs são meios para favorecer relações, não fins em si mesmas. A prática docente em Química precisa, portanto, selecionar recursos e estratégias conforme sua capacidade de produzir compreensão conceitual, autonomia intelectual e leitura crítica do mundo químico.

1.6 SÍNTESE DO CAPÍTULO

A análise desenvolvida neste capítulo permite afirmar que a literatura científica compreende metodologias ativas, recursos tecnológicos e aprendizagem significativa como dimensões interdependentes da renovação do ensino de Química. Maldaner (2013), Schnetzler (2002) e Santos e Schnetzler (1997)

demonstram que a disciplina precisa superar a fragmentação conteudista para assumir sua função formativa, social e cultural. Ao mesmo tempo, Ausubel (2000), Moreira (2011) e Novak e Gowin (1984) indicam que tal superação só produz aprendizagem consistente quando novos conhecimentos se articulam aos saberes prévios dos estudantes e reorganizam sua estrutura conceitual.

O primeiro eixo do capítulo mostrou que o modelo transmissivo possui limites profundos, especialmente por centralizar a fala docente, reduzir a participação discente e transformar a linguagem química em objeto de memorização. Pozo e Gómez Crespo (2009) e Chassot (2003) permitem compreender que aprender Química demanda interpretação de fenômenos, construção de modelos, argumentação e leitura crítica da realidade. A crítica ao transmissivismo, portanto, não significa desvalorização do conteúdo, mas defesa de uma forma mais exigente de aprendizagem, na qual o conteúdo seja compreendido, aplicado, problematizado e relacionado aos desafios científicos e sociais contemporâneos.

O segundo eixo evidenciou que as metodologias ativas possuem fundamentos pedagógicos que ultrapassam a simples adoção de técnicas. Berbel (2011), Dewey (1938), Freire (1996), Bacich e Moran (2018) e Diesel, Baldez e Martins (2017) indicam que a atividade discente deve envolver problema, investigação, autonomia, colaboração e reflexão. No ensino de Química, isso exige que problemas, projetos, sala de aula invertida, investigação e experimentação problematizadora sejam planejados para produzir apropriação conceitual. Assim, a prática ativa precisa ser teoricamente orientada para evitar a superficialidade metodológica.

O terceiro eixo mostrou que os recursos tecnológicos e as TDICs ampliam possibilidades de representação, interação, visualização e autoria, mas não substituem a mediação docente. Kenski (2012), Lévy (1999), Coll e Monereo (2008) e Leite (2017) reforçam que tecnologias educacionais precisam estar vinculadas a objetivos pedagógicos e condições concretas de uso. No ensino de Química, simuladores, vídeos, laboratórios virtuais e ambientes digitais são mais relevantes quando permitem investigar fenômenos, interpretar evidências, relacionar níveis de representação e desenvolver pensamento científico, e não quando apenas adornam práticas tradicionais.

O quarto eixo destacou que a aprendizagem significativa é o fundamento que integra os demais elementos, pois metodologias ativas e TDICs somente cumprem função formativa quando favorecem relações substantivas entre conhecimentos prévios e novos conceitos. Moreira (2011) e Novak e Gowin (1984) sustentam que a aprendizagem envolve diferenciação progressiva e reconciliação integradora, processos indispensáveis para a compreensão da Química. Essa perspectiva permite avaliar criticamente propostas pedagógicas que se anunciam inovadoras, mas não demonstram como os estudantes reorganizam conceitos, constroem explicações e aplicam o conhecimento a novas situações.

A síntese do capítulo também evidencia que metodologias ativas e TDICs precisam ser avaliadas por sua capacidade de produzir aprendizagem significativa, e não apenas por sua aparência inovadora.

Bacich e Moran (2018), Kenski (2012) e Moreira (2011) permitem compreender que participação, tecnologia e aprendizagem somente se articulam quando há intencionalidade pedagógica. No ensino de Química, isso significa selecionar problemas relevantes, garantir rigor conceitual, organizar registros, acompanhar o raciocínio discente e avaliar processos. A inovação, portanto, não está no abandono da explicação docente, mas na reorganização do ensino para que explicação, investigação, experimentação, colaboração e tecnologia componham um percurso formativo coerente.

Por fim, o capítulo aponta que a renovação do ensino de Química depende de uma leitura integrada entre teoria pedagógica, política curricular e prática escolar. Maldaner (2013), Schnetzler (2002), Santos e Schnetzler (1997), Chassot (2003),

Berbel (2011), Bacich e Moran (2018), Kenski (2012) e Moreira (2011) convergem, ainda que por caminhos distintos, na defesa de uma educação científica capaz de produzir sentido, criticidade e participação. Essa base teórica sustenta os capítulos seguintes, nos quais as políticas educacionais, os documentos curriculares e a produção acadêmica serão examinados criticamente. O ponto de chegada deste capítulo é, portanto, a compreensão de que metodologias ativas e tecnologias digitais só contribuem para a prática docente quando orientadas pela formação humana, pela mediação qualificada e pela aprendizagem conceitual significativa.

Essa base teórica encaminha a discussão para o capítulo seguinte, no qual as políticas educacionais, os documentos curriculares e a produção acadêmica recente serão examinados como mediações necessárias entre o referencial pedagógico e as condições concretas da escola. Desse modo, o Capítulo 1 cumpre sua função de fundamentação conceitual, pois demonstra que a articulação entre metodologias ativas, recursos tecnológicos e aprendizagem significativa exige coerência entre problema, conteúdo, mediação docente, recursos disponíveis, avaliação e compromisso com a formação científica dos estudantes.

CAPÍTULO 2 - POLÍTICAS EDUCACIONAIS, DOCUMENTOS CURRICULARES E PRODUÇÃO ACADÊMICA SOBRE TECNOLOGIAS E METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE QUÍMICA

As políticas educacionais brasileiras e os documentos curriculares da educação básica passaram a incorporar, nas últimas décadas, uma linguagem marcada por competências, investigação, cultura digital, interdisciplinaridade e formação integral, exigindo que o ensino de Química seja analisado para além da organização tradicional de conteúdos. A Base Nacional Comum Curricular, ao tratar a área de Ciências da Natureza como espaço de interpretação de fenômenos, argumentação e tomada de decisão, reforça uma tendência já discutida por Chassot (2000), Auler (2007), Santos e Schnetzler (1997) e Sasseron (2015): a educação científica precisa formar sujeitos capazes de compreender relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Nesse sentido, este capítulo examina como tais orientações se relacionam às metodologias ativas e aos recursos tecnológicos, evitando reduzi-las a técnicas isoladas ou a simples exigências de modernização escolar.

O debate curricular sobre o ensino de Química deve ser compreendido em articulação com a história das desigualdades educacionais brasileiras, pois a prescrição de competências investigativas e digitais não se materializa automaticamente nas escolas. Gatti (2017), Libâneo (2006) e Kenski (2012) permitem reconhecer que políticas educacionais somente ganham densidade quando articuladas às condições concretas de formação docente, infraestrutura, tempo pedagógico, gestão escolar e acesso dos estudantes aos bens culturais e tecnológicos. Assim, o capítulo não toma os documentos oficiais como garantia de transformação, mas como referenciais normativos que precisam ser interpretados criticamente. Essa perspectiva impede que a inovação pedagógica seja tratada como responsabilidade individual do professor, deslocando a análise para a relação entre política pública, currículo e prática escolar.

A presença de uma seção específica sobre produção acadêmica recente responde à necessidade de conferir maior consistência científica ao capítulo e de evitar que a discussão permaneça restrita aos documentos normativos. As pesquisas em ensino de Química, conforme indicam Schnetzler (2002), Maldaner (2013), Leite (2015; 2017; 2023), Suart e Marcondes (2008) e Fröhlich e Meggiolaro (2022), têm apresentado contribuições importantes sobre experimentação investigativa, simuladores, sala de aula invertida, gamificação, aprendizagem baseada em problemas, formação docente e uso de TDICs. Entretanto, essa produção também revela limites: muitas experiências são pontuais, dependem de professores motivados, não se sustentam institucionalmente e ainda carecem de avaliação longitudinal. Por isso, a análise deve considerar potencialidades e fragilidades, não apenas exemplos bem-sucedidos.

O capítulo assume, portanto, uma função mediadora entre a fundamentação teórica apresentada anteriormente e a análise crítica a ser aprofundada nos capítulos seguintes. Enquanto o primeiro capítulo constrói os conceitos de metodologias ativas, TDICs e aprendizagem significativa, esta etapa examina como políticas, documentos curriculares e estudos acadêmicos reconfiguram as expectativas sobre o ensino de

Química. Bacich e Moran (2018), Moreira (2011), Carvalho (2018) e Coll e Monereo (2008) contribuem para interpretar a passagem de um currículo centrado na transmissão para um currículo que valoriza problemas, interação, investigação, autoria e uso crítico das tecnologias. Essa passagem, contudo, não é linear, pois envolve disputas de sentido sobre o que significa inovar, avaliar, formar professores e garantir qualidade social da educação.

A organização do capítulo segue seis eixos articulados. Inicialmente, discute-se o ensino de Química na educação básica brasileira; em seguida, analisam-se a BNCC e as competências da área de Ciências da Natureza; depois, examinam-se tecnologias digitais, inovação pedagógica e políticas educacionais; posteriormente, trata-se da formação docente para metodologias ativas e tecnologias; na sequência, apresenta-se a produção acadêmica recente sobre o tema; por fim, constrói-se uma síntese crítica do capítulo. Esse percurso dialoga com Gil (2022), Lakatos e Marconi (2022) e Severino (2016), uma vez que a pesquisa bibliográfica e documental exige leitura sistemática, organização categorial e interpretação crítica das fontes, de modo que cada seção contribua para responder ao problema científico da dissertação.

2.1 O ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA BRASILEIRA

O ensino de Química na educação básica brasileira ocupa lugar estratégico na formação científica, tecnológica e cidadã dos estudantes, especialmente porque permite interpretar transformações da matéria presentes em processos ambientais, industriais, alimentares, farmacêuticos, energéticos e cotidianos. Santos e Schnetzler (1997) defendem que a educação em Química deve assumir compromisso com a cidadania, articulando conceitos científicos às práticas sociais e aos problemas concretos vividos pelos estudantes. Essa compreensão supera a ideia de Química como conjunto de fórmulas, nomenclaturas e cálculos isolados, pois entende o conhecimento químico como linguagem de leitura do mundo material. Em uma sociedade marcada por fake news científicas, consumo tecnológico e crises ambientais, Chassot (2003) reforça que a alfabetização científica se torna dimensão de inclusão social, uma vez que amplia a capacidade de participação crítica dos sujeitos.

Historicamente, porém, a disciplina foi frequentemente organizada por sequências rígidas de conteúdos, com pouca conexão entre fenômenos observáveis, modelos explicativos e implicações sociais da ciência. Maldaner (2013) observa que a formação inicial e continuada de professores de Química precisa enfrentar a distância entre o conhecimento acadêmico e a prática escolar, pois muitos currículos ainda privilegiam abstrações descoladas da realidade dos estudantes. Pozo e Gómez Crespo (2009) acrescentam que aprender Ciências exige superar concepções espontâneas e reorganizar modelos explicativos, processo que não se consolida pela memorização mecânica. Desse modo, a educação básica necessita de práticas que aproximem conceitos químicos de situações-problema, experimentação, argumentação e análise de evidências.

A perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade contribui decisivamente para essa reorientação do ensino de Química, pois permite compreender que a ciência não é neutra nem socialmente isolada. Auler (2007) argumenta que o enfoque CTS favorece a problematização das relações entre desenvolvimento científico, decisões políticas, impactos tecnológicos e participação social. No ensino de Química, essa abordagem possibilita discutir temas como tratamento de água, poluição atmosférica, agrotóxicos, combustíveis, medicamentos, resíduos sólidos, mineração e produção de alimentos, sem reduzir a aula a opiniões genéricas. O desafio pedagógico consiste em manter rigor conceitual ao mesmo tempo em que se evidencia a relevância social do conhecimento químico, evitando tanto o tecnicismo quanto a contextualização superficial.

A alfabetização científica também exige que os estudantes aprendam a argumentar, formular hipóteses, interpretar gráficos, analisar informações e reconhecer limites das evidências. Sasseron (2015) compreende a alfabetização científica como processo associado à investigação e à construção de explicações, aproximando a aprendizagem escolar das práticas de produção do conhecimento científico. Carvalho (2018) acrescenta que o ensino por investigação não significa abandonar a mediação docente, mas organizar situações em que os estudantes sejam desafiados a pensar, discutir e justificar respostas. Na Química, isso é especialmente importante porque muitos fenômenos não são diretamente visíveis, exigindo a articulação entre observação macroscópica, modelos submicroscópicos e representações simbólicas, conforme discutem Mortimer e Machado (2002).

Nesse contexto, o ensino de Química na educação básica brasileira precisa articular três dimensões complementares: domínio conceitual, compreensão social da ciência e desenvolvimento de práticas investigativas. Moreira (2011) contribui para essa análise ao afirmar que a aprendizagem significativa depende da relação substantiva entre conhecimento novo e estrutura cognitiva prévia do estudante. Assim, o ensino não pode ignorar o que os estudantes já pensam sobre mistura, reação, acidez, combustão, dissolução ou pureza. A função do professor é organizar mediações capazes de tensionar explicações espontâneas e conduzir à apropriação de modelos científicos mais potentes. Por isso, metodologias ativas e tecnologias só fazem sentido quando favorecem essa reconstrução conceitual.

A discussão de Chassot (2003, p. 91), sintetiza o sentido político-pedagógico da educação científica ao afirmar que “a alfabetização científica pode ser considerada como uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida.”

A citação de Chassot (2003) evidencia que o ensino de Química deve ser compreendido como prática social de formação crítica, e não como simples transmissão de um repertório técnico. A partir dessa compreensão, as políticas curriculares e as práticas escolares precisam favorecer experiências que desenvolvam leitura científica da realidade, participação responsável e capacidade de analisar problemas complexos. Freire (1996) ajuda a aprofundar essa leitura ao indicar que ensinar exige respeito aos saberes

dos educandos, criticidade e abertura ao diálogo. Desse modo, a renovação do ensino de Química não se restringe ao método utilizado em sala, mas envolve a construção de uma cultura escolar na qual o conhecimento científico seja apropriado como instrumento de emancipação intelectual e intervenção responsável no mundo.

A compreensão do ensino de Química como prática social também exige reconhecer que o conhecimento científico escolar não é mera simplificação da ciência acadêmica. Chevallard (1991), ao discutir a transposição didática, permite compreender que os saberes ensinados passam por seleção, reorganização e adaptação institucional. No campo da Química, Mortimer e Machado (2002) mostram que essa reorganização envolve linguagem própria, representações simbólicas e articulação entre níveis de explicação. Por isso, quando políticas curriculares indicam contextualização e competências, não se trata de abandonar o conteúdo, mas de reconstruir o modo como ele se torna ensinável. A escola precisa preservar a especificidade conceitual da Química e, simultaneamente, criar condições para que o estudante compreenda sua relevância social e tecnológica.

A educação básica brasileira também convive com desigualdades regionais, sociais e materiais que afetam diretamente o ensino de Química. Libâneo (2006) alerta que políticas curriculares podem produzir prescrições sofisticadas sem enfrentar condições reais de funcionamento das escolas. Gatti (2017) acrescenta que o trabalho docente é condicionado por infraestrutura, formação e organização institucional. Em muitos contextos, o professor de Química precisa trabalhar sem laboratório, sem técnico, sem materiais de reposição e com turmas numerosas. Nesses cenários, metodologias ativas e tecnologias exigem adaptação criativa, mas não podem ser usadas para mascarar a ausência de políticas públicas. A inovação precisa ser compreendida como direito pedagógico dos estudantes e não como improviso individual diante da precariedade.

A relevância social do ensino de Química torna-se mais evidente quando se observam problemas contemporâneos que dependem de leitura científica qualificada. Santos e Schnetzler (1997) destacam que a educação em Química deve contribuir para a cidadania, permitindo que os sujeitos compreendam questões de consumo, saúde, ambiente e tecnologia. Auler (2007) reforça que a abordagem CTS favorece debate sobre decisões públicas envolvendo ciência. Dessa forma, temas como qualidade da água, resíduos, energia, materiais sintéticos, alimentação e medicamentos devem ser tratados como oportunidades de aprendizagem conceitual e participação crítica. O estudante aprende Química de modo mais significativo quando percebe que os conceitos ajudam a interpretar escolhas reais e consequências sociais.

2.2 A BNCC E AS COMPETÊNCIAS DA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

A BNCC reorganiza a educação básica brasileira em torno de competências gerais e específicas, propondo que os estudantes mobilizem conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para enfrentar

demandas da vida contemporânea. Brasil (2018) estabelece que a área de Ciências da Natureza deve desenvolver a capacidade de analisar fenômenos, compreender processos, utilizar linguagens científicas, argumentar com base em evidências e avaliar implicações sociais da ciência e da tecnologia. Essa orientação dialoga com Santos e Schnetzler (1997), Chassot (2000) e Auler (2007), pois desloca a centralidade do currículo da mera sequência de conteúdos para a formação de sujeitos capazes de interpretar criticamente problemas científicos e tecnológicos. No ensino de Química, isso exige integrar conceitos, práticas investigativas e contextualização social.

A presença da cultura digital entre as competências gerais da BNCC amplia a relação entre currículo e tecnologias, mas também impõe leitura crítica sobre sua implementação. Brasil (2018) propõe que os estudantes compreendam, utilizem e criem tecnologias digitais de forma crítica, significativa, reflexiva e ética. Kenski (2012) observa que tecnologias reconfiguram tempos, espaços e modos de interação, exigindo novas formas de organizar o processo educativo. Entretanto, a competência digital não pode ser reduzida ao uso instrumental de aparelhos ou plataformas. No ensino de Química, o desafio consiste em utilizar TDICs para ampliar a compreensão de fenômenos, favorecer simulações, promover registros colaborativos, apoiar experimentação e desenvolver autoria científica, sem transformar a aula em consumo passivo de recursos digitais.

A área de Ciências da Natureza, na BNCC, enfatiza investigação, modelagem, comunicação científica e resolução de problemas, dimensões que se articulam diretamente às metodologias ativas. Carvalho (2018) defende que a investigação em sala de aula deve partir de problemas autênticos e promover a construção de explicações pelos estudantes, com mediação docente rigorosa. Bacich e Moran (2018) compreendem as metodologias ativas como estratégias que colocam o estudante em movimento intelectual, exigindo tomada de decisão, colaboração e produção. Assim, a BNCC oferece uma base curricular favorável à adoção de metodologias ativas no ensino de Química, desde que essas práticas estejam vinculadas aos objetivos de aprendizagem e não sejam tratadas como modismos pedagógicos.

Os documentos curriculares anteriores à BNCC já indicavam a necessidade de contextualização e interdisciplinaridade no ensino de Ciências. Brasil (2002) orienta que a formação científica no Ensino Médio deve favorecer compreensão de processos tecnológicos, relações ambientais e participação social. Essa perspectiva é retomada pela BNCC, mas ganha novo contorno ao incorporar competências e habilidades que demandam análise de dados, uso de modelos e produção de argumentos. Lopes e Macedo (2011) alertam que políticas curriculares não são neutras, pois expressam disputas sobre conhecimento, formação e controle pedagógico. Portanto, a BNCC deve ser lida como documento orientador, mas não como roteiro fechado, cabendo à escola e aos professores contextualizar suas prescrições de acordo com necessidades locais e condições reais.

A implementação das competências da BNCC no ensino de Química encontra obstáculos relevantes,

especialmente quando as escolas carecem de laboratórios, internet, equipamentos, materiais didáticos e tempo de planejamento coletivo. Gatti (2017) e Libâneo (2006) destacam que a qualidade da educação depende de condições objetivas de trabalho docente e de políticas de formação que sustentem mudanças pedagógicas. Sem essas condições, a exigência de inovação pode converter-se em discurso normativo distante da prática. Por isso, a análise da BNCC deve ser acompanhada de crítica às desigualdades estruturais que atravessam a educação básica brasileira. Metodologias ativas e recursos tecnológicos somente se tornam viáveis quando integrados a políticas públicas de suporte, financiamento e acompanhamento.

Com base em Brasil (2018) e Bacich e Moran (2018), o Quadro 3 sistematiza a relação entre documentos curriculares, orientações pedagógicas e implicações para o ensino de Química, destacando que a inovação metodológica deve estar conectada à política curricular e à prática docente.

A BNCC também deve ser lida em relação às disputas sobre o Ensino Médio brasileiro, especialmente porque a organização por áreas pode favorecer integração curricular, mas também gerar riscos de diluição disciplinar. Lopes e Macedo (2011) lembram que currículo é território de disputas culturais e políticas, e não simples documento técnico. No caso da Química, a integração à área de Ciências da Natureza pode ampliar diálogos com Física, Biologia, Matemática, Geografia e Tecnologia, mas exige preservar conceitos estruturantes da disciplina. Brasil (2018) indica competências comuns à área, porém cabe ao planejamento docente assegurar que conteúdos como estrutura da matéria, transformações químicas, energia, equilíbrio, soluções e estequiometria sejam trabalhados com profundidade e sentido formativo.

A organização por competências também impõe desafios à avaliação. Luckesi (2011) compreende a avaliação como processo de diagnóstico e tomada de decisão, enquanto Hoffmann (2014) defende acompanhamento mediador da aprendizagem. Quando a BNCC enfatiza investigação, argumentação e cultura digital, a avaliação não pode permanecer restrita a provas de memorização. No ensino de Química, torna-se necessário avaliar hipóteses, registros experimentais, mapas conceituais, interpretação de dados, argumentação escrita, produção digital e capacidade de relacionar modelos a situações novas. A mudança curricular, portanto, exige coerência entre objetivos, metodologia e avaliação. Sem essa coerência, competências permanecem declaradas no planejamento, mas não reorganizam efetivamente a aprendizagem.

Outro ponto relevante é que os documentos curriculares precisam ser traduzidos em projetos pedagógicos locais. Veiga (2013) entende o projeto político-pedagógico como construção coletiva que expressa identidade, finalidades e organização da escola. Assim, a BNCC deve orientar, mas não substituir o trabalho pedagógico da comunidade escolar. No ensino de Química, isso significa selecionar problemas contextualizados ao território, considerar condições de laboratório e tecnologia, organizar tempos de estudo

e prever ações interdisciplinares. A política curricular torna-se mais efetiva quando dialoga com planejamento coletivo, formação continuada e avaliação institucional, evitando que o currículo seja apenas cumprimento burocrático de habilidades.

A leitura da BNCC em relação ao ensino de Química também exige atenção ao problema da progressão conceitual. Moreira (2011) sustenta que a aprendizagem significativa depende de diferenciação progressiva e reconciliação integradora, o que implica organizar conteúdos em relações conceituais e não em fragmentos isolados. Brasil (2018) propõe habilidades que articulam matéria, energia, vida, tecnologia e ambiente, mas a transposição dessas habilidades para a sala de aula precisa construir continuidade entre anos, unidades e problemas. Sem progressão conceitual, a metodologia ativa pode produzir atividades interessantes, porém desconectadas, incapazes de consolidar modelos químicos estruturantes.

A dimensão interdisciplinar indicada pelos documentos curriculares também demanda cautela didática. Fazenda (2011) entende a interdisciplinaridade como atitude de diálogo e integração, não como simples junção de conteúdos. No ensino de Química, dialogar com Biologia, Física, Matemática, Geografia e Tecnologia é indispensável para compreender problemas como mudanças climáticas, produção de energia, contaminação de água e metabolismo de substâncias. Contudo, Santos e Schnetzler (1997) alertam que a formação cidadã em Química exige domínio dos conceitos químicos que fundamentam tais debates. Assim, a interdisciplinaridade deve ampliar a compreensão, não substituir o conhecimento disciplinar.

Quadro 3 — Documentos curriculares e implicações para o ensino de Química

Documento/eixo	Orientação central	Implicação para o ensino de Química	Risco quando aplicado sem crítica
LDB e formação integral	Educação vinculada ao desenvolvimento do educando e ao preparo para participação social.	Relacionar conceitos químicos a vida cotidiana, trabalho, ambiente e cidadania.	Reduzir formação integral a enunciado genérico, sem mudança curricular efetiva.
PCNEM/PCN+	Contextualização, interdisciplinaridade e articulação entre ciência, tecnologia e sociedade.	Tratar fenômenos químicos como problemas explicáveis por modelos científicos e relevantes socialmente.	Usar contexto apenas como exemplo decorativo antes da exposição tradicional.
BNCC - Ciências da Natureza	Investigação, argumentação, modelagem, cultura digital e tomada de decisão.	Planejar sequências com problemas, evidências, registros, simulações e debate científico.	Transformar competências em lista formal sem reorganizar avaliação e metodologia.
Formação docente	Necessidade de professores preparados para integrar currículo, tecnologia e aprendizagem ativa.	Construir planejamento colaborativo, uso crítico de TDICs e avaliação processual.	Responsabilizar individualmente o professor por ausências estruturais e formativas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

2.3 TECNOLOGIAS DIGITAIS, INOVAÇÃO PEDAGÓGICA E POLÍTICAS EDUCACIONAIS

As tecnologias digitais aparecem nas políticas educacionais contemporâneas como componentes da cultura escolar e da vida social, mas sua integração ao ensino de Química precisa ser analisada para além

do entusiasmo instrumental. Kenski (2012) afirma que tecnologias modificam relações com informação, comunicação e conhecimento, exigindo que a escola reorganize práticas e não apenas acrescente equipamentos. Coll e Monereo (2008) indicam que ambientes digitais ampliam possibilidades semióticas, permitindo interação entre textos, imagens, vídeos, simulações, mapas e registros colaborativos. No ensino de Química, essa multiplicidade é particularmente relevante porque fenômenos microscópicos, abstratos ou perigosos podem ser representados por animações, laboratórios virtuais e modelos tridimensionais, desde que haja mediação pedagógica consistente.

A inovação pedagógica, entretanto, não se confunde com digitalização de práticas antigas. Moran (2015; 2023) argumenta que tecnologias produzem maior impacto quando associadas a modelos híbridos, personalização, colaboração e resolução de problemas. Bacich e Moran (2018) reforçam que metodologias ativas e tecnologias digitais podem potencializar-se mutuamente quando o estudante pesquisa, produz, compartilha, argumenta e revisa suas aprendizagens. No ensino de Química, isso pode ocorrer em sequências que combinem estudo prévio, simulação de fenômenos, experimentação, discussão em grupo, elaboração de relatório digital e avaliação formativa. A simples troca do quadro por slides ou da lista impressa por formulário eletrônico não caracteriza inovação, pois preserva a lógica transmissiva sob aparência tecnológica.

As políticas de inovação educacional precisam enfrentar desigualdades de acesso, conectividade e infraestrutura. Selwyn (2017) adverte que tecnologias educacionais são atravessadas por relações sociais, econômicas e políticas, não podendo ser tratadas como soluções neutras. No Brasil, muitas escolas convivem com internet instável, laboratórios insuficientes, equipamentos obsoletos e ausência de suporte técnico, o que limita a integração efetiva das TDICs. Gatti (2017) e Libâneo (2006) ajudam a compreender que a inovação depende de condições de trabalho, gestão e formação. Desse modo, exigir uso de tecnologias sem garantir infraestrutura pode ampliar desigualdades, produzir frustração docente e transformar a cultura digital em obrigação formal sem impacto real na aprendizagem.

No campo específico do ensino de Química, recursos digitais como simuladores, plataformas adaptativas, aplicativos de visualização molecular, vídeos experimentais e ambientes virtuais de aprendizagem podem favorecer a compreensão de conceitos complexos. Leite (2015; 2023) mostra que as tecnologias no ensino de Química são mais relevantes quando orientadas por objetivos didáticos claros e articuladas a processos de investigação. Fröhlich e Meggiolaro (2022) indicam que simuladores podem apoiar a compreensão de estequiometria ao permitir manipulação de variáveis e visualização de relações que nem sempre são evidentes em aulas expositivas. Contudo, tais recursos exigem planejamento, problematização e acompanhamento, pois a visualização isolada não garante aprendizagem conceitual.

Com base em Moran (2023) e Nóvoa (2017), a Figura 2, apresentada a seguir, representa uma matriz de inovação pedagógica no ensino de Química, articulando formação, planejamento, suporte institucional,

reflexão continuada e mediação docente. Sua inserção é pertinente neste capítulo porque sintetiza visualmente que tecnologias e metodologias ativas dependem de um ecossistema pedagógico, e não apenas de decisão técnica sobre ferramentas.

Figura 2— Inovação pedagógica no ensino de Química
Inovação Pedagógica no Ensino de Química



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A leitura da figura reforça que a inovação no ensino de Química requer combinação entre formação pedagógica, planejamento rigoroso, tecnologias adequadas, práticas docentes inovadoras e condições de apoio. Nóvoa (2017) defende que a formação de professores deve ocorrer em diálogo com a profissão, com a escola e com os problemas concretos do trabalho docente. Essa perspectiva impede que a tecnologia seja apresentada como substituta do professor. Ao contrário, quanto mais complexos os ambientes digitais, maior a necessidade de mediação docente qualificada. No ensino de Química, o professor continua sendo responsável por selecionar problemas, organizar conceitos, acompanhar processos, interpretar dificuldades e avaliar evidências de aprendizagem.

As políticas educacionais de tecnologia também precisam considerar a dimensão ética da cultura digital. Brasil (2018) associa cultura digital à criticidade, autoria e responsabilidade, enquanto Kenski (2012) observa que a abundância de informações exige novas formas de leitura e seleção. No ensino de Química, essa dimensão é decisiva para discutir desinformação científica, publicidade de produtos químicos, discursos pseudocientíficos, impactos ambientais e uso social da tecnologia. Assim, TDICs não devem ser usadas apenas para tornar aulas mais atraentes, mas para desenvolver competências de análise crítica da informação, produção argumentativa e participação responsável. A inovação pedagógica ganha densidade quando contribui para formação científica e cidadã.

A tecnologia digital também modifica a forma como os estudantes acessam informações científicas, o que exige formação para leitura crítica, seleção de fontes, comparação de evidências e identificação de simplificações inadequadas. Kenski (2012) ressalta que a velocidade de circulação da informação não garante aprendizagem, pois o excesso de dados pode dificultar a compreensão quando não há mediação pedagógica. No ensino de Química, essa questão é decisiva, porque vídeos, aplicativos e páginas digitais podem apresentar modelos moleculares, reações e experimentos de modo visualmente atraente, mas conceitualmente frágil. Assim, cabe ao professor orientar o estudante a distinguir divulgação científica, simulação didática, opinião, publicidade e evidência científica, fortalecendo a alfabetização científica em ambiente digital.

Os ambientes virtuais de aprendizagem podem ampliar o acompanhamento formativo quando utilizados com intencionalidade. Coll e Monereo (2008) afirmam que ambientes digitais reorganizam interação, autoria e colaboração. Em Química, fóruns, portfólios digitais, formulários diagnósticos, mapas colaborativos e relatórios compartilhados podem registrar processos de aprendizagem que ficariam invisíveis na aula tradicional. Esses registros ajudam o professor a identificar dúvidas, acompanhar participação e propor intervenções. Entretanto, Moran (2023) adverte que o uso de ambientes digitais precisa estar integrado a um desenho pedagógico claro. Sem planejamento, plataformas podem apenas acumular tarefas e ampliar a sobrecarga de estudantes e professores.

A inovação tecnológica também precisa dialogar com acessibilidade e inclusão. Mantoan (2015) defende que a escola inclusiva deve reorganizar práticas para acolher diferenças, e não apenas adaptar situações de forma pontual. No ensino de Química, tecnologias digitais podem oferecer múltiplas formas de representação, como áudio, imagem, legenda, ampliação, simulações e recursos interativos. Contudo, recursos digitais também podem criar barreiras quando não são acessíveis, quando exigem equipamentos inexistentes ou quando usam linguagem técnica sem mediação. Assim, políticas educacionais de tecnologia devem contemplar desenho universal, acessibilidade, formação docente e acompanhamento das necessidades dos estudantes, articulando inovação pedagógica e equidade.

As políticas de tecnologia educacional precisam ainda considerar a sustentabilidade institucional das práticas. Moran (2023) destaca que a inovação depende de modelos de gestão, currículo flexível e acompanhamento pedagógico. Em muitas escolas, projetos com TDICs dependem de iniciativas individuais e desaparecem quando o professor muda de unidade, quando equipamentos quebram ou quando a internet deixa de funcionar. Libâneo (2006) ajuda a compreender que a escola precisa de organização coletiva para transformar práticas. No ensino de Química, isso significa criar protocolos de uso de laboratório, repositórios de recursos digitais, planejamento por área e apoio técnico-pedagógico permanente.

O uso de dados digitais na educação também exige responsabilidade ética. Selwyn (2017) problematiza a crescente presença de plataformas e sistemas que coletam informações sobre estudantes e

professores. Embora esse debate ainda seja pouco desenvolvido no ensino de Química, ele é relevante quando se utilizam aplicativos, ambientes virtuais, avaliações online e ferramentas de inteligência artificial. Brasil (2018) relaciona cultura digital à ética e ao protagonismo, o que obriga a escola a discutir privacidade, autoria, plágio, confiabilidade e uso responsável de informações. A inovação tecnológica precisa formar sujeitos críticos, não apenas usuários eficientes de ferramentas.

2.4 FORMAÇÃO DOCENTE PARA METODOLOGIAS ATIVAS E TECNOLOGIAS NO ENSINO DE QUÍMICA

A formação docente constitui eixo central para a efetivação das metodologias ativas e dos recursos tecnológicos no ensino de Química, pois nenhuma política curricular se realiza sem professores capazes de interpretá-la criticamente e transformá-la em prática pedagógica situada. Tardif (2014) afirma que os saberes docentes são plurais, construídos na formação, na experiência, nas disciplinas, no currículo e no cotidiano escolar. Maldaner (2013) acrescenta que a formação do professor de Química precisa integrar conhecimento específico, conhecimento pedagógico e reflexão sobre a prática. Desse modo, não basta dominar conteúdos químicos; é necessário saber como esses conteúdos podem ser ensinados, investigados, contextualizados, avaliados e apropriados pelos estudantes.

As diretrizes de formação docente e os documentos curriculares recentes apontam para a necessidade de professores preparados para lidar com competências, TDICs, metodologias participativas e avaliação formativa. Brasil (2019) e Brasil (2024) enfatizam a articulação entre formação inicial, práticas pedagógicas e desenvolvimento profissional, ainda que a implementação dessas diretrizes dependa de políticas institucionais consistentes. Gatti (2017) observa que muitos cursos de licenciatura ainda apresentam fragmentação entre teoria e prática, além de insuficiente aproximação com os desafios da escola básica. No caso da Química, essa fragmentação aparece quando disciplinas específicas são tratadas sem mediação didática e quando a dimensão pedagógica é vista como complemento secundário, não como parte constitutiva da docência.

Freire (1996, p. 47) oferece um princípio decisivo para pensar a formação docente ao afirmar que “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.”

A afirmação de Freire (1996) orienta uma compreensão de docência que dialoga diretamente com metodologias ativas, mas também impede interpretações simplistas. Criar possibilidades para a construção do conhecimento não significa retirar a responsabilidade do professor nem substituir ensino por espontaneidade discente. Significa organizar condições para que os estudantes investiguem, relacionem, argumentem e reconstruam conceitos com mediação rigorosa. Libâneo (1994; 2006) ajuda a complementar essa leitura ao defender a centralidade da didática como campo que articula objetivos, conteúdos, métodos e

avaliação. No ensino de Química, o professor precisa decidir quando explicar, quando problematizar, quando experimentar, quando simular, quando orientar estudo prévio e quando intervir conceitualmente.

A formação continuada é indispensável porque a integração entre metodologias ativas e tecnologias digitais exige aprendizagem profissional permanente. Nóvoa (2017) defende uma formação construída dentro da profissão, por meio de colaboração, reflexão e análise das práticas reais. Imbernón (2011) também compreende a formação continuada como processo contextualizado, que deve considerar problemas concretos da escola e favorecer participação docente. No ensino de Química, isso significa desenvolver comunidades de prática, grupos de planejamento, oficinas de experimentação, análise de sequências didáticas e uso acompanhado de simuladores. Cursos pontuais podem contribuir, mas são insuficientes quando não se articulam a acompanhamento, tempo de estudo e condições de implementação.

Outro desafio refere-se à insegurança docente diante das tecnologias. Kenski (2012) observa que a presença das tecnologias demanda mudanças na relação com o conhecimento e na organização do trabalho pedagógico. Muitos professores reconhecem a importância das TDICs, mas sentem dificuldade para selecionar ferramentas, resolver problemas técnicos, avaliar produções digitais e manter foco conceitual. Leite (2015) ressalta que tecnologias no ensino de Química devem ser trabalhadas na formação docente de modo prático e teórico, articulando uso de recursos a intencionalidade pedagógica. Portanto, a formação não pode limitar-se a apresentar ferramentas; precisa discutir critérios didáticos, acessibilidade, avaliação, ética digital e aprendizagem significativa.

A valorização profissional também compõe a política de formação. Gatti (2013; 2017) destaca que desenvolvimento docente depende de carreira, condições de trabalho, reconhecimento institucional e tempo para estudo. Quando o professor de Química atua em múltiplas escolas, com turmas numerosas e carga horária fragmentada, torna-se difícil planejar metodologias ativas complexas, produzir recursos digitais e acompanhar processos investigativos. Assim, a defesa da inovação pedagógica deve vir acompanhada de políticas de valorização, financiamento e organização escolar. Sem isso, metodologias ativas e tecnologias correm o risco de se converterem em exigências retóricas que ampliam a sobrecarga docente em vez de qualificar a aprendizagem.

A formação do professor de Química precisa articular domínio epistemológico da ciência e compreensão didática de sua aprendizagem. Shulman (1986) contribui para essa discussão ao formular a noção de conhecimento pedagógico do conteúdo, segundo a qual ensinar não significa apenas dominar o conteúdo, mas saber representá-lo, problematizá-lo, sequenciá-lo e torná-lo acessível aos estudantes. No caso da Química, tal articulação é especialmente necessária porque muitos objetos de ensino não são diretamente observáveis e exigem mediações entre fenômenos macroscópicos, modelos submicroscópicos e representações simbólicas. Dessa forma, a formação docente precisa integrar conteúdo químico, didática específica, tecnologias, avaliação e compreensão dos contextos escolares.

A resistência docente às metodologias ativas e às TDICs precisa ser interpretada de modo não moralista. Tardif (2014) mostra que professores constroem saberes na experiência e tendem a confiar em práticas que lhes parecem viáveis diante das condições de trabalho. Gatti (2017) lembra que políticas de formação muitas vezes são descontínuas, prescritivas e distantes da realidade escolar. Assim, inseguranças diante de tecnologias, medo de perder controle da turma ou dificuldade de avaliar atividades investigativas não devem ser tratadas como falta de vontade, mas como sinais de que a inovação exige apoio, tempo, diálogo e acompanhamento. A mudança pedagógica ocorre com confiança profissional e não apenas por imposição normativa.

A formação continuada também deve promover produção coletiva de materiais e sequências didáticas. Imbernón (2011) defende que a formação precisa partir de problemas reais do contexto escolar e favorecer autonomia docente. No ensino de Química, grupos de professores podem construir bancos de problemas, roteiros investigativos, critérios de avaliação, objetos digitais e propostas interdisciplinares. Essa produção colaborativa reduz isolamento profissional e aumenta a sustentabilidade das práticas inovadoras. Nóvoa (2017) reforça que a profissão docente se fortalece quando professores aprendem com professores, em comunidades que analisam o trabalho e produzem conhecimento profissional. Assim, a formação torna-se processo de autoria, não apenas recepção de cursos.

A formação docente em Química também precisa incorporar avaliação de recursos digitais e materiais didáticos. Leite (2015) defende que tecnologias devem ser escolhidas conforme objetivos de aprendizagem, possibilidades de interação e adequação ao conteúdo químico. Isso implica formar professores para analisar a qualidade conceitual de vídeos, simuladores, infográficos e aplicativos, verificando se representam corretamente fenômenos, escalas, partículas, equações e processos. Mortimer e Machado (2002) lembram que a linguagem química envolve mediações complexas, razão pela qual representações digitais equivocadas podem reforçar concepções alternativas. A formação tecnológica deve, portanto, incluir curadoria crítica de recursos.

2.5 PRODUÇÃO ACADÊMICA RECENTE SOBRE METODOLOGIAS ATIVAS E RECURSOS TECNOLÓGICOS NO ENSINO DE QUÍMICA

A produção acadêmica recente sobre metodologias ativas e recursos tecnológicos no ensino de Química evidencia crescimento do interesse por práticas investigativas, simulações digitais, sala de aula invertida, gamificação, aprendizagem baseada em problemas, experimentação contextualizada e formação docente. Leite (2017; 2023) mostra que as tecnologias digitais vêm sendo discutidas tanto como recursos de visualização quanto como mediadoras de interação e autoria. Suart e Marcondes (2008) analisam a importância de atividades experimentais investigativas para manifestação de habilidades cognitivas, enquanto Carvalho (2018) amplia essa discussão ao situar a investigação como princípio organizador do

ensino de Ciências. Essas pesquisas convergem ao defender que o estudante precisa operar cognitivamente sobre problemas, dados e explicações, não apenas receber conteúdos prontos.

Entre as tendências recorrentes, destacam-se estudos sobre simuladores virtuais e laboratórios digitais, especialmente pela possibilidade de representar fenômenos microscópicos e manipular variáveis de modo seguro. Fröhlich e Meggiolaro (2022) analisam o uso do simulador PhET no ensino de estequiometria, indicando possibilidades para abordagem investigativa. Leite (2015; 2023) também ressalta que recursos digitais podem apoiar visualização molecular, experimentação virtual e construção de modelos. Entretanto, a literatura alerta que simuladores não substituem o experimento real nem a mediação docente. O ganho pedagógico depende da formulação de questões, da comparação entre previsões e resultados, da discussão de erros e da articulação entre representações macroscópicas, submicroscópicas e simbólicas, conforme Mortimer e Machado (2002).

Outra linha expressiva da produção acadêmica envolve sala de aula invertida, ensino híbrido e aprendizagem colaborativa. Bergmann e Sams (2012) difundiram a proposta de deslocar parte da exposição para momentos prévios de estudo, ampliando o tempo presencial para atividades de aplicação, discussão e acompanhamento. Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015) discutem o ensino híbrido como combinação planejada entre momentos presenciais e digitais, com foco na personalização e na participação discente. No ensino de Química, Leite (2017) identifica potencialidades da sala de aula invertida, especialmente quando o tempo de aula é usado para resolver problemas, interpretar fenômenos e discutir dúvidas. Ainda assim, a prática exige condições de acesso, disciplina de estudo e planejamento criterioso para evitar que a inversão seja apenas transferência de responsabilidade ao estudante.

A aprendizagem baseada em problemas e projetos também aparece como tendência relevante, pois favorece contextualização, investigação e articulação interdisciplinar. Berbel (2011) relaciona metodologias ativas à promoção da autonomia dos estudantes, enquanto Bender (2014) entende projetos como oportunidades de aprendizagem diferenciada e socialmente significativa. No ensino de Química, problemas envolvendo água, energia, resíduos, alimentação e saúde permitem integrar conceitos químicos a decisões sociais e ambientais. A produção acadêmica, contudo, mostra que projetos bem-sucedidos exigem tempo, avaliação processual, orientação docente e apoio institucional. Sem tais condições, atividades baseadas em problemas podem tornar-se superficiais, com pouca apropriação conceitual e excesso de produção visual desconectada dos fundamentos científicos.

A gamificação e o uso de aplicativos educacionais aparecem em pesquisas recentes como estratégias de engajamento, mas precisam ser tratados criticamente. Leite (2017) analisa propostas de gamificação em aulas de Química, destacando que elementos como desafios, pontuação, colaboração e feedback podem ampliar participação. Entretanto, a motivação gerada por recursos lúdicos não garante aprendizagem significativa se não houver ligação com conceitos, linguagem científica e avaliação formativa. Moreira

(2011) lembra que aprendizagem significativa exige relação substantiva com conhecimentos prévios, e não simples envolvimento emocional. Assim, jogos, quizzes e aplicativos devem estar subordinados aos objetivos conceituais e não apenas à tentativa de tornar a aula mais atrativa.

Com base em Leite (2023) e Carvalho (2018), o Quadro 4 apresenta uma síntese analítica das principais tendências identificadas na produção acadêmica recente e suas implicações para o ensino de Química.

Quadro 4 — Tendências da produção acadêmica recente no ensino de Química

Tendência na produção acadêmica	Contribuição pedagógica	Condição de efetividade	Limite crítico
Simuladores e laboratórios virtuais	Visualizam fenômenos abstratos, permitem manipulação de variáveis e apoiam compreensão de modelos.	Mediação docente, roteiro investigativo, comparação entre previsão e resultado.	Podem virar demonstração passiva quando usados sem problema e sem discussão conceitual.
Sala de aula invertida e ensino híbrido	Ampliam tempo de aula para interação, resolução de problemas e acompanhamento personalizado.	Acesso dos estudantes, materiais prévios claros e planejamento do encontro presencial.	Podem transferir estudo para casa sem garantir suporte, ampliando desigualdades.
ABP e projetos	Relacionam conceitos químicos a problemas sociais, ambientais e tecnológicos.	Tempo pedagógico, avaliação processual, orientação docente e critérios de qualidade científica.	Podem priorizar produto final e enfraquecer apropriação conceitual.
Experimentação investigativa	Desenvolve hipótese, análise de evidências, argumentação e compreensão da natureza da ciência.	Problema inicial, segurança, materiais adequados e registro reflexivo.	Pode tornar-se receita técnica se o estudante apenas segue passos.
Gamificação e aplicativos	Favorecem participação, feedback e revisão de conceitos.	Vinculação a objetivos conceituais, linguagem científica e avaliação formativa.	Podem gerar engajamento superficial sem aprendizagem significativa.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A produção acadêmica também evidencia que a formação docente é variável decisiva para a qualidade das experiências inovadoras. Schnetzler (2002) já indicava que a pesquisa em ensino de Química no Brasil avançou ao aproximar conhecimento químico, aprendizagem, linguagem e formação de professores. Maldaner (2013) reforça que a docência em Química exige professor pesquisador de sua prática, capaz de interpretar dificuldades dos estudantes e reconstruir o ensino. As pesquisas recentes confirmam essa necessidade: experiências com tecnologias e metodologias ativas tendem a produzir melhores resultados quando os docentes planejam coletivamente, dominam conceitos químicos, conhecem fundamentos pedagógicos e dispõem de apoio institucional. Assim, a produção acadêmica não autoriza uma

visão tecnicista da inovação, mas aponta para formação crítica e colaborativa.

Também se observa uma lacuna importante na produção acadêmica: muitos estudos relatam intervenções pontuais, com curta duração e forte dependência do pesquisador responsável, o que dificulta avaliar permanência, apropriação docente e impacto institucional. Essa limitação não reduz a relevância das experiências analisadas, mas indica que a inovação pedagógica precisa ser estudada para além de episódios isolados. Gatti (2017), Nóvoa (2017) e Imbernón (2011) ajudam a compreender que mudanças consistentes dependem de formação continuada, acompanhamento coletivo, condições de trabalho e políticas institucionais. Portanto, a produção acadêmica precisa avançar na análise de processos sustentáveis de integração entre metodologias ativas, tecnologias e currículo de Química.

A produção acadêmica recente também revela preocupação com a experimentação em contextos de poucos recursos. Suart e Marcondes (2008) defendem que atividades experimentais investigativas favorecem habilidades cognitivas quando organizadas por problemas e análise de evidências. Carvalho (2018) acrescenta que a investigação pode ocorrer mesmo sem laboratório sofisticado, desde que haja situação problematizadora, participação discente e mediação. No ensino de Química, experimentos com materiais de baixo custo podem abordar misturas, separação, acidez, oxidação, reações e propriedades de materiais. Contudo, é necessário evitar o reducionismo de considerar qualquer manipulação como investigação. A diferença está na pergunta, na previsão, no registro, na análise e na construção de explicações.

Outro aspecto presente na literatura é a relação entre TDICs e aprendizagem significativa. Moreira (2011) afirma que aprendizagem significativa exige ancoragem nos conhecimentos prévios, organização conceitual e disposição para aprender. Leite (2023) indica que tecnologias digitais no ensino de Química podem favorecer essa aprendizagem quando permitem visualizar, comparar e representar fenômenos. Entretanto, o recurso digital só contribui quando o estudante compreende o que está sendo representado e por que aquela representação importa para o conceito. Por isso, pesquisas sobre simuladores, vídeos e aplicativos precisam ser analisadas a partir do vínculo entre ferramenta e estrutura conceitual, e não apenas pela aceitação dos estudantes ou pelo aumento momentâneo de interesse.

A literatura também aponta a necessidade de maior articulação entre pesquisa acadêmica e escola básica. Schnetzler (2002) observou que a área de ensino de Química no Brasil avançou na produção de conhecimentos sobre aprendizagem, currículo e formação, mas a circulação desses conhecimentos nas escolas ainda é desigual. Maldaner (2013) reforça que o professor precisa participar de processos investigativos sobre sua própria prática. Nesse sentido, a produção acadêmica recente deve ser compreendida como repertório para orientar políticas de formação, elaboração de materiais e planejamento escolar. Quando permanece restrita a publicações acadêmicas sem diálogo com docentes, perde parte de seu potencial transformador.

As revisões e relatos de experiência sobre ensino de Química também indicam que a avaliação das metodologias ativas ainda é um ponto frágil. Luckesi (2011) e Hoffmann (2014) permitem compreender que avaliar não é apenas atribuir nota ao produto final, mas acompanhar a qualidade do percurso de aprendizagem. Muitos estudos valorizam participação, motivação e percepção dos estudantes, mas nem sempre analisam aprofundamento conceitual, transferência de conhecimentos ou capacidade argumentativa. Assim, a produção acadêmica recente precisa avançar em instrumentos que permitam verificar se metodologias ativas e TDICs efetivamente melhoram a compreensão química e não apenas aumentam engajamento momentâneo.

Outra lacuna refere-se à diversidade de contextos escolares investigados. Gatti (2017) aponta que a pesquisa educacional precisa considerar desigualdades regionais, institucionais e sociais. No ensino de Química, ainda são necessárias mais investigações em escolas rurais, periféricas, indígenas, quilombolas, de tempo integral, noturnas e com diferentes condições de infraestrutura. As tecnologias digitais e as metodologias ativas assumem sentidos distintos conforme acesso, cultura local, perfil dos estudantes e organização escolar. Portanto, a produção acadêmica precisa evitar generalizações e construir análises sensíveis à diversidade da educação básica brasileira.

2.6 SÍNTESE DO CAPÍTULO

A análise desenvolvida neste capítulo permite compreender que políticas educacionais, documentos curriculares e produção acadêmica convergem na defesa de um ensino de Química mais investigativo, contextualizado, tecnológico e comprometido com a formação cidadã. Brasil (2018), Chassot (2003), Auler (2007), Santos e Schnetzler (1997) e Sasseron (2015) sustentam a ideia de que a educação científica deve formar sujeitos capazes de interpretar fenômenos e participar de decisões sociais relacionadas à ciência e à tecnologia. Contudo, essa convergência não elimina tensões. A distância entre prescrição curricular e realidade escolar continua sendo um problema central, especialmente quando a inovação é exigida sem investimento em formação, infraestrutura e condições de trabalho.

No âmbito da BNCC e dos documentos curriculares, constatou-se que as competências da área de Ciências da Natureza favorecem metodologias ativas e uso crítico das TDICs, pois enfatizam investigação, argumentação, resolução de problemas e cultura digital. Carvalho (2018), Bacich e Moran (2018) e Kenski (2012) ajudam a demonstrar que esses princípios podem reorganizar o ensino de Química, desde que articulados a objetivos conceituais e avaliação processual. A crítica necessária, conforme Lopes e Macedo (2011) e Libâneo (2006), é que políticas curriculares precisam ser interpretadas no contexto das escolas, evitando uma leitura burocrática das competências. O currículo só ganha força formativa quando se torna prática situada, planejada e acompanhada.

A discussão sobre tecnologias digitais evidenciou que recursos tecnológicos não são soluções

automáticas para os desafios do ensino de Química. Coll e Monereo (2008), Moran (2023), Leite (2015; 2023) e Selwyn (2017) indicam que as TDICs podem ampliar representação, interação e autoria, mas também podem reproduzir desigualdades e práticas transmissivas. Assim, a questão decisiva não é apenas usar tecnologia, mas compreender que problema pedagógico ela ajuda a enfrentar. Simuladores, aplicativos, plataformas e vídeos podem favorecer aprendizagem significativa quando integrados a investigação, mediação docente e reflexão crítica. Sem esses elementos, a tecnologia pode apenas modernizar a aparência da aula sem alterar sua lógica formativa.

A formação docente apareceu como condição estruturante de todo o capítulo. Tardif (2014), Maldaner (2013), Gatti (2017), Nóvoa (2017), Imbernón (2011) e Freire (1996) permitem compreender que a docência é atividade intelectual complexa, atravessada por saberes, contextos e escolhas pedagógicas. O professor de Química precisa dominar conteúdos específicos, compreender teorias de aprendizagem, selecionar tecnologias, planejar atividades investigativas, avaliar processos e dialogar com as realidades dos estudantes. Essa complexidade exige políticas de formação continuada que não sejam pontuais nem prescritivas, mas colaborativas, contextualizadas e vinculadas ao cotidiano escolar.

Por fim, a produção acadêmica recente confirma que metodologias ativas e recursos tecnológicos apresentam contribuições relevantes para o ensino de Química, mas também revela limites que devem orientar os capítulos seguintes. Leite (2023), Suart e Marcondes (2008), Fröhlich e Meggiolaro (2022), Berbel (2011), Bender (2014) e Moreira (2011) indicam que inovação pedagógica depende de intencionalidade, mediação, avaliação e aprendizagem significativa. Dessa forma, o capítulo cumpre sua função ao demonstrar que políticas, documentos e pesquisas oferecem fundamentos para renovar o ensino de Química, mas a efetivação dessas propostas exige análise crítica das condições estruturais, formativas e pedagógicas que serão aprofundadas na sequência da dissertação.

A síntese crítica do capítulo também mostra que a renovação do ensino de Química depende de coerência entre três planos: o plano normativo, representado por políticas e documentos curriculares; o plano científico, representado pela produção acadêmica em ensino de Química; e o plano pedagógico, representado pela prática docente situada. Gil (2022) e Severino (2016) ajudam a compreender que a análise bibliográfica e documental precisa articular fontes diferentes para produzir interpretação consistente. Neste capítulo, essa articulação mostrou que documentos orientam competências, pesquisas apontam possibilidades e a escola revela condições de efetivação. A contribuição da dissertação está em não separar esses planos, mas analisá-los como dimensões de um mesmo problema educacional.

Também se evidencia que metodologias ativas e recursos tecnológicos não devem ser entendidos como substitutos do conhecimento químico ou da mediação docente. Freire (1996), Libâneo (1994), Moreira (2011) e Maldaner (2013) permitem afirmar que o estudante aprende melhor quando participa da construção de sentidos, mas essa participação exige ensino intencional, organização conceitual e intervenção

pedagógica. Assim, o capítulo rejeita tanto o transmissivismo quanto o espontaneísmo. O caminho mais consistente é construir práticas em que investigação, exposição, experimentação, tecnologia, colaboração e avaliação formativa se articulem de modo planejado, respeitando os objetivos do ensino de Química e as condições concretas da escola brasileira.

Essa síntese reforça a pertinência de uma seção própria sobre produção acadêmica recente, pois essa produção amplia o alcance da análise e impede que a discussão permaneça restrita ao plano normativo. Conforme Bardin (2021), a análise de conteúdo e a organização categorial exigem identificação de recorrências, tensões e ausências nas fontes examinadas. Ao articular documentos curriculares e literatura científica, o capítulo constrói base para a análise crítica seguinte e permite compreender, com maior consistência, as contribuições e os limites das metodologias ativas e dos recursos tecnológicos no ensino de Química.

Com isso, a síntese também estabelece a passagem lógica para o capítulo seguinte, no qual a literatura e os documentos serão examinados criticamente quanto às potencialidades, desafios estruturais, desafios formativos e desafios pedagógicos da articulação entre metodologias ativas e tecnologias. Lakatos e Marconi (2022) indicam que a pesquisa bibliográfica exige ordenação dos argumentos para que a análise avance da fundamentação para a interpretação. Assim, o Capítulo 2 não encerra o debate, mas delimita o campo documental e acadêmico que sustentará a análise posterior, preservando coerência entre problema de pesquisa, objetivos específicos e estrutura da dissertação.

CAPÍTULO 3 - ANÁLISE CRÍTICA DA LITERATURA E DOS DOCUMENTOS SOBRE METODOLOGIAS ATIVAS E RECURSOS TECNOLÓGICOS NO ENSINO DE QUÍMICA

A análise crítica da literatura científica e dos documentos educacionais sobre metodologias ativas e recursos tecnológicos no ensino de Química exige ultrapassar a simples enumeração de benefícios associados à inovação pedagógica. A questão central não consiste em afirmar, de modo genérico, que tecnologias digitais tornam a aula mais moderna ou que metodologias ativas tornam os estudantes automaticamente protagonistas. O problema é mais complexo, pois envolve relações entre currículo, cultura escolar, formação docente, infraestrutura, desigualdades de acesso, mediação pedagógica e avaliação da aprendizagem. Nessa perspectiva, Bacich e Moran (2018), Kenski (2012), Tardif (2014) e Carvalho (2013) permitem compreender que a inovação educacional somente se sustenta quando articulada a finalidades formativas claras, ao reconhecimento dos saberes docentes e à organização intencional de situações didáticas capazes de produzir investigação, argumentação e construção conceitual.

No ensino de Química, essa análise assume relevância particular porque a disciplina lida com conceitos abstratos, representações microscópicas, linguagem simbólica, modelos explicativos e fenômenos que nem sempre podem ser observados diretamente no cotidiano escolar. Chassot (2000), Santos e Schnetzler (1997), Maldaner (2013) e Moreira (2011) indicam que a aprendizagem química não se reduz à memorização de fórmulas ou à repetição de nomenclaturas, pois depende da possibilidade de o estudante relacionar conceitos científicos a problemas sociais, ambientais, tecnológicos e produtivos. Assim, a integração entre metodologias ativas e TDICs pode ampliar as condições de visualização, simulação, problematização e colaboração, mas também pode reforçar práticas superficiais quando usada sem planejamento, sem mediação e sem coerência com os objetivos da educação científica.

Este capítulo responde ao terceiro objetivo específico da pesquisa, que consiste em analisar criticamente o que a literatura científica e os documentos educacionais revelam sobre os desafios, limites e possibilidades da articulação entre metodologias ativas e recursos tecnológicos no ensino de Química. A análise considera que os documentos curriculares, especialmente a BNCC, incorporam a linguagem da investigação, da cultura digital, da resolução de problemas e do desenvolvimento de competências, mas tais orientações não se transformam automaticamente em práticas escolares. Lopes e Macedo (2011) e Sacristán (2000) contribuem para compreender que o currículo prescrito passa por disputas, interpretações e mediações institucionais antes de chegar à sala de aula, razão pela qual a análise precisa considerar as tensões entre discurso normativo, produção acadêmica e condições concretas de trabalho docente.

A interpretação construída neste capítulo assume, portanto, caráter crítico e relacional. De um lado, reconhece-se que metodologias como aprendizagem baseada em problemas, ensino por investigação, sala de aula invertida, aprendizagem colaborativa e experimentação problematizadora podem favorecer participação discente, autonomia intelectual e aprendizagem significativa, especialmente quando associadas a simuladores, laboratórios virtuais, ambientes digitais e recursos multimodais. De outro lado,

autores como Gatti (2010), Imbernón (2010), Nóvoa (2009), Libâneo (2012) e Pretto (2013) evidenciam que a inovação pedagógica permanece limitada quando o professor não dispõe de formação consistente, tempo de planejamento, suporte institucional, infraestrutura tecnológica e condições de avaliação coerentes com processos investigativos.

Desse modo, o capítulo organiza-se em seis seções complementares. A seção 3.1 discute as potencialidades pedagógicas da articulação entre metodologias ativas e recursos tecnológicos. A seção 3.2 analisa os desafios estruturais relacionados à infraestrutura, ao acesso e às desigualdades tecnológicas. A seção 3.3 examina os desafios formativos, especialmente os saberes docentes, a resistência e a insegurança pedagógica. A seção 3.4 aborda os desafios pedagógicos vinculados à intencionalidade, ao planejamento e à avaliação. A seção 3.5 sistematiza as categorias analíticas resultantes da pesquisa, respondendo à exigência estrutural de organizar os achados bibliográficos e documentais. Por fim, a seção 3.6 apresenta a síntese do capítulo, articulando as potencialidades, os limites e as implicações críticas para a prática docente em Química.

3.1 A ARTICULAÇÃO ENTRE METODOLOGIAS ATIVAS E RECURSOS TECNOLÓGICOS: POTENCIALIDADES PEDAGÓGICAS

A articulação entre metodologias ativas e recursos tecnológicos constitui uma das dimensões mais recorrentes na literatura recente sobre inovação no ensino de Química; contudo, sua compreensão exige cuidado teórico. Bacich e Moran (2018) defendem que metodologias ativas não correspondem à simples adoção de técnicas motivacionais, mas a uma reorganização da experiência de aprendizagem, na qual o estudante participa de processos de investigação, resolução de problemas, colaboração e produção de sentidos. Quando associadas aos recursos tecnológicos, essas metodologias podem ampliar linguagens, fontes, simulações, registros e formas de interação. Entretanto, tal integração somente adquire valor pedagógico quando orientada por objetivos claros e por mediação docente consistente.

No ensino de Química, a potencialidade mais evidente dessa articulação está na possibilidade de representar fenômenos que escapam à observação direta. Modelos atômicos, interações moleculares, cinética de reações, equilíbrio químico e transformações energéticas dependem de múltiplas representações, passando pelo nível macroscópico, microscópico e simbólico. Moreira (2011), ao dialogar com a teoria da aprendizagem significativa, permite compreender que essas representações ganham valor formativo quando se conectam aos conhecimentos prévios dos estudantes e quando favorecem diferenciação progressiva dos conceitos. Simuladores, animações e ambientes virtuais podem aproximar o estudante de fenômenos abstratos, desde que o professor organize problemas, perguntas e percursos investigativos que orientem a leitura científica das imagens e dos modelos. A literatura também evidencia que metodologias ativas associadas às TDICs favorecem maior participação discente porque reorganizam

o tempo e o espaço da aprendizagem. Moran (2015) destaca que ambientes híbridos podem ampliar as formas de estudo, permitindo que parte da exploração conceitual ocorra em plataformas digitais, enquanto o encontro presencial seja dedicado à discussão, experimentação, resolução de problemas e mediação docente. Em Química, isso pode significar preparar o estudante para uma atividade investigativa por meio de vídeos, roteiros digitais ou simulações prévias, reservando a sala de aula para análise de dados, debate de hipóteses e construção coletiva de explicações. A mudança não está no uso da plataforma, mas na reorganização pedagógica do percurso formativo.

Freire (1987, p. 79) ao afirmar que “ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo” é decisiva para esta análise porque impede que a tecnologia seja compreendida como centro do processo educativo. A mediação ocorre entre sujeitos, saberes e mundo, e não apenas entre estudante e máquina. Quando aplicada ao ensino de Química, essa perspectiva reforça que simuladores, vídeos, aplicativos e laboratórios virtuais somente se tornam pedagogicamente relevantes quando favorecem diálogo, problematização e leitura crítica da realidade material. A aprendizagem ativa, nesse sentido, não é sinônimo de atividade manual ou digital, mas de participação intelectual orientada por problemas significativos. A tecnologia pode ampliar o campo de experiência, mas a qualidade formativa depende da mediação docente e da capacidade de transformar a experiência em análise conceitual.

Outra potencialidade refere-se ao desenvolvimento da autonomia discente. Berbel (2011) argumenta que metodologias ativas ampliam a responsabilização do estudante pelo próprio percurso de aprendizagem, sem eliminar a função do professor. Essa autonomia é particularmente importante no ensino de Química porque o estudante precisa aprender a formular perguntas, buscar evidências, interpretar dados, reconhecer limites de modelos e justificar explicações. Recursos digitais podem contribuir para esse processo ao permitir consulta a fontes diversas, registro de experimentos, comparação de resultados e comunicação de conclusões. Contudo, a autonomia precisa ser pedagogicamente construída, pois o acesso à informação não garante capacidade de análise. Por isso, a mediação docente permanece indispensável para orientar critérios de validade científica, pertinência conceitual e argumentação.

As metodologias investigativas mediadas por recursos tecnológicos também fortalecem a alfabetização científica, entendida por Chassot (2000) como possibilidade de leitura do mundo por meio da ciência. No contexto da Química, isso significa analisar alimentos, medicamentos, combustíveis, resíduos, cosméticos, fertilizantes, materiais sintéticos e processos ambientais sem reduzir a disciplina a exercícios algorítmicos. Auler (2007) e Santos e Schnetzler (1997) ajudam a compreender que a educação científica deve relacionar ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, evitando tanto o tecnicismo quanto a neutralização dos conflitos sociais. Assim, metodologias ativas e TDICs podem favorecer projetos e problemas contextualizados, permitindo que o estudante compreenda a Química como conhecimento

implicado em decisões econômicas, ambientais e éticas.

É necessário destacar, entretanto, que a potencialidade pedagógica não elimina os riscos de uso superficial. Uma aula pode utilizar aplicativo, plataforma digital ou experimento virtual e continuar transmissiva, caso o estudante apenas siga comandos, copie respostas ou observe passivamente animações previamente explicadas. Bacich e Moran (2018) alertam que a inovação depende de mudança na arquitetura pedagógica, e não apenas de inserção instrumental de recursos. No ensino de Química, a utilização de simuladores precisa estar associada à formulação de hipóteses, comparação entre variáveis, análise de evidências e elaboração de explicações. Sem esses elementos, a tecnologia apenas embeleza a exposição tradicional e mantém a lógica de memorização que a própria inovação pretende superar.

Quadro 5 — Potencialidades e limites da integração entre metodologias ativas e recursos tecnológicos

Dimensão	Potencialidade pedagógica	Limite crítico a considerar
Visualização conceitual	Representação de partículas, ligações, reações, energia e equilíbrio químico por meio de simulações e modelos digitais.	Favorece a passagem entre os níveis macroscópico, microscópico e simbólico, mas exige mediação para evitar leitura meramente visual.
Investigação orientada	Uso de problemas, hipóteses, coleta de dados, simulações, experimentação e debate argumentativo.	Transforma o recurso tecnológico em instrumento de pesquisa escolar, articulando metodologia ativa e pensamento científico.
Autonomia discente	Possibilidade de estudo prévio, busca de informações, revisão conceitual e produção autoral em ambientes digitais.	Depende de critérios de validação, acompanhamento docente e formação para leitura crítica das fontes.
Contextualização social	Análise de fenômenos químicos ligados a saúde, ambiente, consumo, alimentação, energia e produção tecnológica.	Amplia o sentido formativo da Química, conectando ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.
Colaboração e comunicação	Produção coletiva de relatórios, mapas, apresentações, portfólios e registros de investigação.	Fortalece argumentação científica e responsabilidade compartilhada, desde que a avaliação considere processos e participação.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

3.2 DESAFIOS ESTRUTURAIS: INFRAESTRUTURA, ACESSO E DESIGUALDADE TECNOLÓGICA

A análise das potencialidades precisa ser confrontada com os desafios estruturais que atravessam a escola brasileira. Kenski (2012) afirma que as tecnologias transformam tempos, espaços e formas de interação, mas essas transformações não se distribuem igualmente entre instituições, redes e territórios. No ensino de Química, a desigualdade tecnológica assume formas muito concretas: ausência de laboratórios equipados, Internet instável, poucos computadores, falta de manutenção, escassez de projetores,

inexistência de dispositivos móveis institucionais e dificuldade de acesso dos estudantes fora da escola. Assim, a defesa de metodologias ativas mediadas por TDICs precisa considerar que a inovação não pode depender exclusivamente do esforço individual do professor ou dos recursos pessoais dos estudantes.

A infraestrutura é decisiva porque a aprendizagem investigativa em Química exige condições materiais mínimas para observação, simulação, experimentação, registro e discussão de dados. Laboratórios virtuais podem ampliar oportunidades quando o laboratório físico é insuficiente, mas não substituem integralmente a experiência experimental, sobretudo quando a escola carece de conectividade e equipamentos. Pretto (2013) e Bonilla (2010) ajudam a compreender que a cultura digital não se resume à presença de máquinas, pois envolve políticas de acesso, produção de conhecimento, participação e autonomia tecnológica. Desse modo, o problema estrutural não é apenas ter ou não ter equipamentos, mas garantir que eles sejam incorporados a um projeto pedagógico coletivo, com suporte técnico e continuidade institucional.

As desigualdades tecnológicas também produzem desigualdades pedagógicas. Quando parte dos estudantes possui acesso a Internet, computador e espaço de estudo em casa, enquanto outros dependem exclusivamente da escola, propostas como sala de aula invertida, plataformas digitais e tarefas online podem ampliar diferenças já existentes. Gatti (2010) alerta que políticas educacionais precisam considerar as condições reais de trabalho e aprendizagem, pois a mera prescrição de inovação pode responsabilizar professores e estudantes por problemas estruturais. No ensino de Química, isso significa que atividades digitais devem ser planejadas com alternativas inclusivas, tempos escolares adequados e recursos disponíveis a todos, evitando que a inovação funcione como filtro social invisível.

A literatura educacional permite interpretar esse desafio como questão de equidade. Libâneo (2012) argumenta que a escola pública precisa garantir acesso ao conhecimento sistematizado, sem reduzir o currículo a práticas empobrecidas para populações vulnerabilizadas. Nessa perspectiva, a inovação tecnológica não pode depender exclusivamente das condições individuais dos estudantes ou da iniciativa isolada de professores. O uso pedagógico das TDICs exige políticas de acesso, manutenção, conectividade, formação e acompanhamento, de modo que a tecnologia amplie direitos de aprendizagem, em vez de aprofundar desigualdades já existentes. Outro desafio estrutural refere-se à fragmentação das políticas de tecnologia educacional. Programas de distribuição de equipamentos ou conectividade, quando não acompanhados de formação, acompanhamento pedagógico e integração curricular, tendem a produzir resultados limitados. Valente (2018) observa que a tecnologia na educação exige mudança nas práticas de ensino e aprendizagem, o que demanda continuidade, planejamento institucional e avaliação das experiências. Em Química, a compra de tablets, softwares ou kits digitais não garante melhoria se o professor não dispõe de tempo para explorar os recursos, adequá-los aos conteúdos e avaliar sua pertinência para diferentes objetivos. A infraestrutura, portanto, deve ser compreendida como parte de um ecossistema

pedagógico.

No plano documental, a BNCC (Brasil, 2018) valoriza cultura digital, investigação e resolução de problemas, mas a análise crítica revela distância entre a orientação curricular e as condições materiais de muitas escolas. Essa distância não invalida o documento, porém exige que sua implementação seja acompanhada por políticas de financiamento, gestão e suporte. Sacristán (2000) contribui para entender que o currículo prescrito se realiza em contextos concretos e passa por mediações institucionais. Assim, a efetividade das metodologias ativas e dos recursos tecnológicos no ensino de Química depende da capacidade de transformar orientações gerais em condições reais de trabalho pedagógico, respeitando as diferenças regionais, sociais e territoriais das escolas brasileiras.

A Figura 3 sintetiza, de modo visual, a relação entre desafios e possibilidades no ensino de Química, permitindo observar que problemas como currículo sobrecarregado, pressão avaliativa, limitações institucionais e dificuldade metodológica não podem ser resolvidos por uma única estratégia. Sua inserção neste capítulo é pertinente porque a análise crítica requer compreender a inovação como processo de equilíbrio entre limites e soluções, e não como substituição simples de uma metodologia por outra. A figura contribui para visualizar que metodologias ativas e recursos tecnológicos precisam dialogar com condições de gestão, formação, currículo, avaliação e infraestrutura.



Fonte: Elaborada pelo autor (2026).

3.3 DESAFIOS FORMATIVOS: SABERES DOCENTES, RESISTÊNCIA E INSEGURANÇA PEDAGÓGICA

Os desafios formativos constituem uma das dimensões mais relevantes da análise crítica, pois a

implementação de metodologias ativas e recursos tecnológicos depende diretamente da constituição profissional do professor. Tardif (2014) argumenta que o saber docente é plural, temporal e situado, formado por conhecimentos disciplinares, curriculares, pedagógicos e experienciais. Essa concepção impede compreender a resistência docente como simples recusa à inovação. Muitas vezes, a resistência expressa insegurança diante de práticas para as quais o professor não foi formado, ausência de apoio institucional, sobrecarga de trabalho e experiências anteriores de políticas descontínuas. No ensino de Química, essa insegurança é ampliada pela complexidade conceitual da disciplina e pela necessidade de integrar experimentação, linguagem científica e tecnologias digitais.

A formação inicial de professores de Química frequentemente mantém forte separação entre conteúdos específicos e formação pedagógica. Pimenta (2012) e Gatti (2010) apontam que cursos de licenciatura ainda enfrentam dificuldades para articular teoria, prática, estágio, didática e realidade escolar. Como consequência, o futuro professor pode dominar conteúdos químicos, mas sentir dificuldade para transformar esses conteúdos em situações investigativas, problemas contextualizados e experiências mediadas por TDICs. Shulman (1987) contribui para essa análise ao destacar a importância do conhecimento pedagógico do conteúdo, isto é, a capacidade de representar, organizar e ensinar determinado conhecimento de modo compreensível para diferentes estudantes. Essa dimensão é crucial para metodologias ativas no ensino de Química.

A formação continuada, por sua vez, nem sempre responde a essa necessidade. Imbernón (2010) critica modelos formativos baseados em cursos pontuais, transmissivos e distantes do cotidiano escolar, pois eles tendem a oferecer receitas metodológicas sem considerar os problemas concretos enfrentados pelos professores. No contexto das metodologias ativas e das tecnologias digitais, formações meramente instrumentais ensinam a usar plataformas, aplicativos ou ferramentas, mas não necessariamente discutem intencionalidade pedagógica, avaliação, equidade, currículo e aprendizagem significativa. Para que a formação produza mudanças, precisa ocorrer em diálogo com a prática, em processos colaborativos, com análise de experiências reais, acompanhamento e tempo institucional para planejamento.

Ausubel, Novak e Hanesian (1980) reforçam que a inovação metodológica precisa partir do conhecimento do estudante, e não apenas da disponibilidade de ferramentas. Para o professor de Química, isso significa diagnosticar concepções prévias sobre matéria, transformação, energia, substância, mistura, reação e equilíbrio antes de introduzir recursos tecnológicos ou problemas investigativos. A insegurança docente aumenta quando a formação não oferece instrumentos para reconhecer essas concepções, planejar intervenções e avaliar mudanças conceituais. Assim, metodologias ativas exigem domínio teórico e didático, pois a participação discente somente se converte em aprendizagem significativa quando o professor orienta relações substantivas entre conhecimentos prévios e novos conceitos.

Nóvoa (2009) defende que a formação docente precisa ser construída dentro da profissão,

valorizando comunidades de prática, colaboração entre pares e reflexão sobre situações concretas de ensino. Essa perspectiva é essencial para superar a ideia de que professores devem inovar isoladamente. No ensino de Química, práticas como planejamento coletivo de sequências investigativas, análise conjunta de resultados de aprendizagem, adaptação de simuladores a problemas locais e construção de bancos de atividades podem fortalecer a segurança pedagógica. A inovação torna-se mais consistente quando deixa de depender do voluntarismo individual e passa a integrar uma cultura profissional compartilhada, sustentada pela escola e pela rede de ensino.

A resistência às metodologias ativas também pode decorrer da cultura escolar tradicional, que associa boa aula à exposição completa do conteúdo e boa avaliação à reprodução correta de respostas. Libâneo (2012) observa que a organização escolar influencia fortemente o trabalho docente, definindo tempos, rotinas, controles e expectativas. Quando a escola valoriza apenas cumprimento de conteúdo e resultados imediatos em provas, o professor tende a evitar práticas investigativas, pois elas demandam tempo, acompanhamento e avaliação processual. Em Química, essa tensão aparece na pressão para resolver listas de exercícios, preparar para exames e cumprir programas extensos, mesmo quando isso limita a compreensão conceitual e a contextualização científica.

Os desafios formativos também envolvem o uso crítico das tecnologias digitais. Kenski (2012) e Valente (2018) indicam que o professor precisa compreender não apenas o funcionamento técnico das ferramentas, mas suas implicações pedagógicas, cognitivas e comunicacionais. No ensino de Química, essa compreensão inclui a análise da qualidade científica de simulações, vídeos, aplicativos, plataformas e modelos digitais, bem como a escolha de recursos coerentes com o conceito em estudo. Assim, a formação tecnológica docente precisa ser articulada à didática específica da Química, e não oferecida como treinamento instrumental descontextualizado.

Por fim, a análise crítica revela que a formação docente deve ser entendida como política pública e não como responsabilidade individual do professor. Gatti (2010), Imbernón (2010) e Nóvoa (2009) convergem ao afirmar que o desenvolvimento profissional exige condições institucionais, carreira valorizada, tempo de estudo, apoio pedagógico e participação docente nas decisões. Sem isso, a inovação tende a permanecer como discurso, enquanto a sala de aula continua marcada por improvisação e sobrecarga. No ensino de Química, a superação dos desafios formativos requer formação inicial integrada, formação continuada situada, comunidades docentes de aprendizagem e políticas que reconheçam a complexidade do trabalho pedagógico com metodologias ativas e recursos tecnológicos.

3.4 DESAFIOS PEDAGÓGICOS: INTENCIONALIDADE, PLANEJAMENTO E AVALIAÇÃO

Os desafios pedagógicos dizem respeito ao modo como metodologias ativas e recursos tecnológicos são efetivamente incorporados ao processo de ensino. Zabala (1998) afirma que a prática educativa precisa

ser analisada a partir das relações entre objetivos, conteúdos, atividades, organização social da aula, recursos e avaliação. Essa compreensão é fundamental porque impede tratar metodologias ativas como técnicas isoladas. Uma sala de aula invertida pode ser transmissiva se apenas desloca a exposição para o vídeo e mantém o encontro presencial como repetição de exercícios. Uma aprendizagem baseada em problemas pode ser superficial se o problema não exige investigação conceitual. Um simulador pode ser limitado se o estudante apenas manipula comandos sem formular hipóteses ou interpretar resultados.

No ensino de Química, a intencionalidade pedagógica deve orientar a escolha dos recursos e das metodologias a partir dos conceitos a serem construídos. Carvalho (2013) destaca que o ensino por investigação exige problemas, elaboração de hipóteses, coleta e análise de evidências, argumentação e sistematização do conhecimento. Essa estrutura é decisiva para evitar que atividades práticas ou digitais se limitem ao entretenimento. Ao trabalhar reações químicas, por exemplo, o professor pode propor uma investigação sobre conservação de massa, velocidade de reação ou influência da concentração, utilizando experimentos simples, simulações e registros digitais. O valor pedagógico está na articulação entre problema, evidência, explicação e conceito, e não na novidade do recurso.

O planejamento é, portanto, uma dimensão central da inovação. Moran (2015) e Bacich e Moran (2018) indicam que metodologias ativas exigem desenho didático mais cuidadoso, pois envolvem definição de objetivos, organização de tempos, seleção de recursos, previsão de dificuldades, acompanhamento de grupos e elaboração de instrumentos avaliativos. Em Química, o planejamento precisa considerar linguagem científica, representações simbólicas, riscos de concepções alternativas, materiais disponíveis e possibilidades de contextualização. Sem planejamento, atividades ativas podem gerar dispersão, desigualdade de participação e superficialidade conceitual. O professor deixa de ser expositor único, mas não deixa de ser responsável pela arquitetura intelectual da aprendizagem.

A avaliação constitui outro desafio pedagógico decisivo. Luckesi (2011) critica práticas avaliativas classificatórias, defendendo avaliação voltada ao diagnóstico e à melhoria da aprendizagem. Essa perspectiva é coerente com metodologias ativas porque processos investigativos, projetos, resolução de problemas e atividades colaborativas não podem ser avaliados apenas por provas finais de memorização. No ensino de Química, é necessário avaliar elaboração de hipóteses, uso de evidências, qualidade da argumentação, compreensão de modelos, precisão conceitual, colaboração e capacidade de aplicar conhecimentos a situações novas. Portfólios, relatórios investigativos, rubricas, autoavaliação e avaliação entre pares podem ampliar a coerência entre metodologia e avaliação.

Hoffmann (2014) contribui para compreender a avaliação como mediação, enfatizando acompanhamento contínuo e intervenção pedagógica. Em práticas com TDICs, essa mediação pode ser fortalecida por registros digitais, formulários, ambientes virtuais, fóruns, mapas conceituais e devolutivas individualizadas. Entretanto, a tecnologia não garante avaliação formativa. Plataformas podem apenas

automatizar testes objetivos e reforçar lógica classificatória se não forem integradas a processos reflexivos. A questão central é como os dados gerados pelas atividades digitais são interpretados pelo professor e utilizados para replanejar a aprendizagem. Desse modo, avaliação inovadora depende de intencionalidade, critérios claros e compromisso com o desenvolvimento dos estudantes.

Outro ponto crítico refere-se à relação entre currículo e tempo pedagógico. Metodologias ativas demandam investigação, debate, erro, retomada e sistematização, o que frequentemente entra em tensão com currículos extensos e calendários rígidos. Sacristán (2000) ajuda a compreender que o currículo não é apenas lista de conteúdos, mas seleção cultural organizada por finalidades educativas. Assim, a inovação no ensino de Química requer escolhas curriculares conscientes, priorizando conceitos estruturantes e problemas relevantes em vez de acumulação fragmentada de tópicos. A tecnologia pode auxiliar na gestão do tempo, mas não resolve o problema se a escola mantiver lógica enciclopédica e avaliação centrada na quantidade de conteúdos transmitidos.

Também é necessário considerar a dimensão ética do planejamento pedagógico. Metodologias ativas e recursos tecnológicos devem favorecer inclusão, participação e acesso ao conhecimento, e não criar novas barreiras. Isso implica adaptar atividades para estudantes com diferentes ritmos, necessidades, repertórios e condições de acesso. A aprendizagem colaborativa, por exemplo, precisa ser planejada para evitar divisão desigual de tarefas ou invisibilização de estudantes com maior dificuldade. Simuladores e plataformas devem ser avaliados quanto à acessibilidade, linguagem e usabilidade. A inovação pedagógica no ensino de Química somente se justifica quando amplia o direito de aprender e fortalece a formação científica de todos os estudantes.

Assim, os desafios pedagógicos mostram que a inovação não se reduz à escolha de uma metodologia ou ferramenta. O elemento decisivo é a coerência entre objetivos formativos, conteúdo químico, problema investigativo, mediação docente, recurso tecnológico, organização da turma e avaliação. Quando essa coerência existe, metodologias ativas e TDICs podem ampliar compreensão conceitual, participação e sentido social da Química. Quando ela não existe, há risco de ativismo pedagógico, dispersão tecnológica e reprodução do modelo transmissivo em formato digital. A análise crítica, portanto, desloca o foco da ferramenta para o projeto pedagógico que orienta seu uso.

3.5 CATEGORIAS ANALÍTICAS RESULTANTES DA PESQUISA

A construção das categorias analíticas resulta da articulação entre literatura científica, documentos educacionais e problema de pesquisa. Bardin (2016), embora vinculada à análise de conteúdo, contribui para compreender que categorias não devem ser listas arbitrárias, mas sínteses interpretativas capazes de organizar recorrências, tensões e sentidos presentes no corpus. Nesta dissertação, as categorias emergem da análise dos fundamentos teóricos, das políticas curriculares e da produção acadêmica sobre metodologias

ativas, recursos tecnológicos e ensino de Química. Elas permitem compreender que o problema investigado não se limita ao uso de ferramentas digitais, mas envolve relações entre participação discente, mediação docente, aprendizagem significativa, infraestrutura, formação continuada, equidade e prática pedagógica.

A primeira categoria é o protagonismo discente, recorrente em Bacich e Moran (2018), Berbel (2011) e Freire (1987). Essa categoria expressa a necessidade de deslocar o estudante da passividade para uma participação intelectual efetiva, marcada por investigação, problematização, autoria e argumentação. No ensino de Química, protagonismo não significa abandonar o estudante à própria iniciativa, mas criar condições para que ele formule hipóteses, teste explicações, interprete evidências e relacione conceitos a situações reais. Essa categoria dialoga diretamente com recursos tecnológicos quando estes ampliam possibilidades de pesquisa, visualização, registro e comunicação, mas depende da mediação docente para não se converter em mera atividade operacional.

A segunda categoria é a mediação docente, sustentada por Tardif (2014), Nóvoa (2009), Shulman (1987) e Carvalho (2013). Ela evidencia que o professor continua ocupando papel central, não como transmissor exclusivo, mas como organizador de experiências, orientador de investigações e intérprete das dificuldades dos estudantes. No ensino de Química, a mediação envolve traduzir conceitos complexos, selecionar representações adequadas, questionar respostas simplistas, retomar concepções alternativas e sistematizar aprendizagens. Essa categoria permite criticar discursos que tratam tecnologias como substitutas do professor. Ao contrário, quanto mais aberta e investigativa a proposta, maior a necessidade de mediação qualificada.

A terceira categoria é a intencionalidade pedagógica, associada a Zabala (1998), Luckesi (2011), Hoffmann (2014), Moran (2015) e Bacich e Moran (2018). Essa categoria reúne planejamento, objetivos, critérios, escolha de recursos e avaliação. Ela demonstra que metodologias ativas não são fins em si mesmas, mas caminhos organizados para produzir aprendizagem. Em Química, intencionalidade significa definir quais conceitos serão construídos, quais problemas mobilizarão os estudantes, quais recursos serão utilizados, quais evidências serão analisadas e como a aprendizagem será acompanhada. Sem essa categoria, a inovação fica vulnerável ao imprevisto e ao tecnicismo.

A quarta categoria é a infraestrutura tecnológica e material, construída a partir de Kenski (2012), Pretto (2013), Bonilla (2010), Gatti (2010) e Libâneo (2012). Ela evidencia que a implementação de metodologias ativas mediadas por TDICs depende de condições concretas, como conectividade, equipamentos, manutenção, laboratórios, materiais e suporte técnico. No ensino de Química, essa categoria inclui laboratórios físicos e virtuais, recursos para experimentação, simuladores, dispositivos de projeção, acesso a plataformas e tempo institucional de uso. A análise mostra que infraestrutura não é detalhe operacional, mas condição de equidade e qualidade pedagógica.

A quinta categoria é a aprendizagem significativa, fundamentada em Ausubel, Novak e Hanesian

(1980) e Moreira (2011). Ela permite avaliar se metodologias ativas e recursos tecnológicos favorecem relações substantivas entre conhecimentos prévios e novos conceitos. No ensino de Química, essa categoria é especialmente relevante porque muitos conteúdos são abstratos e exigem articulação entre diferentes níveis de representação. A aprendizagem significativa ocorre quando o estudante compreende relações, reorganiza conceitos, aplica conhecimentos e atribui sentido aos fenômenos. Recursos digitais podem favorecer esse processo, mas apenas se estiverem conectados a problemas relevantes, mediação docente e avaliação formativa.

A sexta categoria é a formação continuada, relacionada a Imbernón (2010), Nóvoa (2009), Gatti (2010), Pimenta (2012) e Tardif (2014). Ela indica que a inovação exige desenvolvimento profissional permanente, situado e colaborativo. No ensino de Química, a formação continuada precisa abordar tanto conhecimentos tecnológicos quanto didáticos, curriculares e avaliativos. Não basta ensinar o uso técnico de aplicativos; é preciso discutir como planejar uma sequência investigativa, como avaliar aprendizagem conceitual, como trabalhar com desigualdades de acesso e como integrar recursos digitais a objetivos científicos. Essa categoria responde diretamente aos desafios de resistência e insegurança pedagógica.

A sétima categoria é a equidade no acesso, articulada a Libâneo (2012), Bonilla (2010), Pretto (2013) e documentos curriculares. Ela evidencia que inovação pedagógica precisa ampliar oportunidades de aprendizagem, não aprofundar desigualdades. Propostas digitais, atividades invertidas e pesquisas online devem considerar estudantes sem Internet, sem computador ou com dificuldades de acesso. Em Química, equidade implica garantir que todos possam participar de simulações, experimentações, debates e produções colaborativas. Essa categoria impede que a inovação seja pensada apenas para contextos privilegiados e orienta a necessidade de políticas públicas capazes de sustentar práticas inclusivas.

A oitava categoria é a relação teoria-prática, presente em Maldaner (2013), Santos e Schnetzler (1997), Chassot (2000) e Auler (2007). Ela expressa a necessidade de conectar conceitos químicos a fenômenos reais, questões ambientais, tecnologias, trabalho, saúde e vida cotidiana. Metodologias ativas e recursos tecnológicos são relevantes quando ajudam a superar a distância entre conteúdo escolar e realidade social. Essa categoria permite compreender que o ensino de Química não deve formar apenas para responder exercícios, mas para interpretar criticamente materiais, processos, riscos e decisões científicas. A relação teoria-prática, portanto, sintetiza a dimensão social da aprendizagem química.

Quadro 6 — Categorias analíticas resultantes da pesquisa

Categoria	Sentido analítico	Implicação para o ensino de Química
Protagonismo discente	Participação ativa, investigação, autoria, tomada de decisão e argumentação científica.	Indica que a aprendizagem química deve envolver problemas reais e produção de explicações pelos estudantes.
Mediação docente	Organização de experiências, orientação conceitual, escuta das dificuldades e sistematização do conhecimento.	Reafirma o professor como mediador qualificado, e não como mero operador de tecnologias.
Intencionalidade pedagógica	Coerência entre objetivos, conteúdos, métodos, recursos e avaliação.	Evita o uso superficial de metodologias ativas e recursos digitais.
Infraestrutura tecnológica	Conectividade, equipamentos, laboratórios, manutenção, suporte técnico e materiais.	Mostra que inovação depende de condições institucionais e não apenas de vontade docente.
Aprendizagem significativa	Relação entre conhecimentos prévios, novos conceitos e situações contextualizadas.	Orienta a escolha de problemas, simulações e atividades que produzam sentido científico.
Formação continuada	Desenvolvimento profissional situado, colaborativo e articulado à prática escolar.	Responde à insegurança docente e fortalece planejamento, mediação e avaliação.
Equidade no acesso	Garantia de participação de estudantes com diferentes condições sociais, digitais e escolares.	Impede que práticas inovadoras ampliem desigualdades educacionais.
Relação teoria-prática	Conexão entre conceitos químicos, fenômenos cotidianos, ambiente, tecnologia e sociedade.	Fortalece a alfabetização científica e a função social do ensino de Química.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

3.6 SÍNTESE DO CAPÍTULO

A análise desenvolvida neste capítulo demonstrou que a articulação entre metodologias ativas e recursos tecnológicos no ensino de Química apresenta potencial significativo para ampliar participação discente, investigação científica, visualização de fenômenos abstratos, colaboração e aprendizagem significativa. Entretanto, essa potencialidade não deve ser interpretada de forma ingênua ou determinista. Bacich e Moran (2018), Valente (2018), Moreira (2011) e Carvalho (2013) convergem ao indicar que a qualidade pedagógica depende da mediação docente, da intencionalidade didática e da relação entre recursos, problemas e objetivos formativos. Assim, a tecnologia não é solução autônoma, e a metodologia ativa não é garantia automática de aprendizagem.

O capítulo evidenciou também que os desafios estruturais constituem limite concreto para a implementação de práticas inovadoras. A ausência de infraestrutura adequada, conectividade instável, escassez de equipamentos, fragilidade dos laboratórios e desigualdades de acesso restringem as possibilidades de uso pedagógico das TDICs. Kenski (2012), Pretto (2013), Bonilla (2010) e Libâneo (2012) ajudam a compreender que a cultura digital precisa ser analisada em relação às condições sociais e institucionais. No ensino de Química, a desigualdade tecnológica afeta diretamente a possibilidade de

simular, experimentar, pesquisar, registrar e comunicar conhecimentos científicos. Por isso, inovação pedagógica exige políticas públicas, investimento e gestão democrática.

A análise dos desafios formativos revelou que muitos professores enfrentam insegurança para integrar metodologias ativas e recursos tecnológicos porque sua formação inicial e continuada nem sempre articula conhecimento específico, didática, tecnologia e realidade escolar. Tardif (2014), Nóvoa (2009), Imbernón (2010), Pimenta (2012) e Gatti (2010) sustentam que o desenvolvimento profissional docente deve ser situado, colaborativo e permanente. Essa constatação é fundamental para a área de Química, na qual a complexidade conceitual exige professores capazes de transformar conteúdos científicos em problemas investigativos, atividades contextualizadas e experiências de aprendizagem acessíveis a diferentes estudantes. Os desafios pedagógicos mostraram que a inovação depende de planejamento consistente, avaliação formativa e coerência curricular. Zabala (1998), Luckesi (2011) e Hoffmann (2014) permitem compreender que metodologia e avaliação precisam estar articuladas aos objetivos educacionais. Em Química, isso significa que práticas como sala de aula invertida, aprendizagem baseada em problemas, uso de simuladores ou projetos investigativos precisam ser avaliadas por instrumentos capazes de acompanhar processos, argumentações, hipóteses, registros e mudanças conceituais. Sem essa coerência, corre-se o risco de aplicar metodologias ativas em uma lógica avaliativa tradicional, anulando parte de seu potencial formativo.

A sistematização das categorias analíticas permitiu organizar os achados centrais da pesquisa em oito eixos: protagonismo discente, mediação docente, intencionalidade pedagógica, infraestrutura tecnológica, aprendizagem significativa, formação continuada, equidade no acesso e relação teoria-prática. Esses eixos não aparecem de forma isolada, pois se atravessam mutuamente no cotidiano escolar. A aprendizagem significativa, por exemplo, depende da mediação docente; a mediação docente exige formação; a formação requer condições institucionais; e a equidade no acesso condiciona a possibilidade de participação efetiva dos estudantes.

Conclui-se que a literatura científica e os documentos educacionais revelam tanto possibilidades quanto limites para a articulação entre metodologias ativas e recursos tecnológicos no ensino de Química. A principal contribuição deste capítulo está em mostrar que a inovação pedagógica precisa ser crítica, planejada e socialmente comprometida. Ela deve favorecer a aprendizagem significativa e a alfabetização científica, mas também enfrentar desigualdades, reconhecer saberes docentes e exigir condições institucionais adequadas. O capítulo, portanto, prepara a passagem para as proposições educacionais do Capítulo 4, nas quais as implicações para a prática docente serão discutidas de modo propositivo, considerando formação, planejamento, avaliação e políticas de apoio às escolas.

A articulação entre as categorias analíticas também evidencia que a transformação do ensino de Química exige conexão entre microdecisões didáticas e macrocondições institucionais. No plano da sala de

aula, o professor decide quais problemas propor, quais recursos mobilizar, como organizar grupos, como acompanhar hipóteses e como avaliar aprendizagens. No plano institucional, entretanto, são necessárias condições de tempo, infraestrutura, formação, gestão pedagógica e cultura colaborativa. Por isso, a inovação não deve ser atribuída apenas ao esforço individual docente, mas compreendida como responsabilidade compartilhada entre professor, escola, sistemas de ensino e políticas públicas.

Outro elemento importante é que a integração entre metodologias ativas e tecnologias digitais precisa preservar o rigor conceitual da Química. A crítica ao modelo transmissivo não autoriza substituir o conhecimento científico por atividades motivacionais sem densidade teórica. Santos e Schnetzler (1997) e Maldaner (2013) indicam que o ensino de Química deve promover compreensão dos conceitos e compromisso com a cidadania, o que exige domínio da linguagem química, análise de fenômenos, interpretação de modelos e articulação com problemas sociais. Portanto, práticas ativas precisam manter exigência intelectual, rigor argumentativo e clareza conceitual. A participação discente é formativa quando conduz à elaboração de explicações mais consistentes, e não apenas à movimentação dos estudantes pela sala ou ao uso de recursos digitais.

A análise também indica que o ensino de Química se beneficia de metodologias ativas quando estas criam situações de conflito cognitivo e investigação orientada. Moreira (2011), ao discutir aprendizagem significativa, destaca que novos conhecimentos precisam ancorar-se em estruturas cognitivas existentes, mas também reorganizá-las. Isso exige que o professor identifique concepções alternativas e proponha situações que desafiem explicações espontâneas. Simulações sobre equilíbrio químico, atividades sobre acidez de produtos domésticos ou investigações sobre tratamento de água podem produzir aprendizagem quando os estudantes confrontam previsões, observam resultados e reformulam interpretações. Sem esse movimento, a atividade pode ser interessante, mas pouco transformadora do ponto de vista conceitual.

A categoria equidade no acesso merece destaque especial porque impede uma leitura tecnicista da inovação. Bonilla (2010) e Pretto (2013) mostram que inclusão digital não consiste apenas em conectar sujeitos a equipamentos, mas em garantir participação cultural, autoria, circulação de saberes e apropriação crítica das tecnologias. No ensino de Química, essa perspectiva implica planejar atividades digitais que possam ser realizadas em diferentes condições, prever alternativas presenciais, utilizar recursos de baixo custo quando necessário e organizar tempos escolares para que estudantes sem acesso domiciliar não sejam prejudicados. A inovação, nesse sentido, precisa ser compatível com o direito à educação e com a democratização do conhecimento científico.

Os documentos educacionais analisados valorizam competências, cultura digital e investigação, mas a literatura crítica mostra que documentos não modificam práticas por si mesmos. Lopes e Macedo (2011) explicam que o currículo é campo de disputas e traduções, no qual diferentes atores reinterpretam orientações conforme suas condições e concepções. Assim, quando a BNCC (Brasil, 2018) propõe uso de

tecnologias e resolução de problemas, cabe analisar como essas orientações são apropriadas pela escola e pelo professor de Química. Se a apropriação ocorrer sem formação e sem infraestrutura, a orientação pode permanecer apenas no plano declaratório. Se houver mediação crítica, pode apoiar práticas científicas mais contextualizadas e participativas.

A formação docente aparece, portanto, como eixo articulador entre currículo, metodologia e tecnologia. Tardif (2014) demonstra que os saberes docentes são construídos ao longo da trajetória profissional e não se reduzem a conteúdos aprendidos em cursos. Nóvoa (2009) acrescenta que a formação precisa ocorrer no interior da profissão, em colaboração com pares e em diálogo com problemas reais. Aplicada ao ensino de Química, essa perspectiva aponta para a necessidade de comunidades docentes que elaborem sequências investigativas, testem recursos digitais, compartilhem dificuldades e analisem evidências de aprendizagem. A mudança metodológica torna-se mais viável quando o professor não é isolado em sua sala, mas apoiado por uma cultura institucional de estudo e experimentação pedagógica.

A avaliação também precisa ser reinterpretada como categoria estratégica. Luckesi (2011) e Hoffmann (2014) permitem compreender que avaliar é acompanhar, intervir e favorecer aprendizagem, não apenas classificar desempenhos. Em metodologias ativas, a avaliação deve registrar processos: hipóteses formuladas, qualidade das perguntas, cooperação, interpretação de dados, domínio conceitual progressivo e capacidade de relacionar Química a situações concretas. Ferramentas digitais podem apoiar esse acompanhamento por meio de portfólios, registros em ambientes virtuais, formulários diagnósticos e devolutivas rápidas. Contudo, sem critérios qualitativos e intervenção docente, a tecnologia tende a automatizar avaliações tradicionais, mantendo a centralidade da nota e reduzindo a complexidade da aprendizagem.

A relação teoria-prática, por sua vez, exige que a Química escolar dialogue com questões socialmente relevantes. Chassot (2000) e Auler (2007) defendem uma educação científica capaz de formar sujeitos que compreendam relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Isso significa que metodologias ativas podem partir de temas como qualidade da água, descarte de resíduos, uso de medicamentos, alimentação, produção de energia, poluição atmosférica, agrotóxicos e materiais poliméricos. Recursos tecnológicos ampliam essa abordagem ao permitir acesso a dados, simulações, mapas, vídeos e fontes científicas. Contudo, a contextualização precisa evitar superficialidade, articulando o tema social ao conceito químico que lhe dá inteligibilidade.

A análise crítica também revela que há tensão entre inovação e padronização escolar. Muitas escolas cobram resultados em avaliações externas, cumprimento rápido de conteúdos e registros burocráticos, enquanto metodologias ativas demandam tempo de investigação e flexibilidade. Libâneo (2012) contribui para compreender que a organização escolar pode tanto favorecer quanto limitar o trabalho docente. No ensino de Química, a pressão por resultados imediatos pode reduzir a abertura para projetos, experimentação

e investigação. Por isso, políticas de inovação precisam dialogar com avaliação institucional, currículo, carga horária e gestão do trabalho pedagógico. Do contrário, a inovação fica restrita a experiências pontuais e vulneráveis à descontinuidade.

Outro aspecto relevante é que os recursos tecnológicos devem ser compreendidos como linguagens e ambientes de produção de conhecimento, e não apenas como ferramentas auxiliares. Kenski (2012) afirma que tecnologias modificam modos de aprender, comunicar e organizar informações. No ensino de Química, essa compreensão permite explorar infográficos, modelos tridimensionais, planilhas, simuladores, vídeos autorais, podcasts, mapas conceituais e ambientes colaborativos como formas de expressão científica. A aprendizagem se fortalece quando o estudante produz e comunica conhecimento, e não apenas consome materiais prontos. Essa autoria precisa ser acompanhada por critérios de qualidade científica, ética no uso de informações e clareza na argumentação.

As categorias analíticas sistematizadas neste capítulo demonstram, ainda, que a inovação pedagógica é um processo de equilíbrio. Se houver protagonismo sem mediação, pode ocorrer dispersão. Se houver tecnologia sem intencionalidade, pode ocorrer fetichização do recurso. Se houver formação sem infraestrutura, pode ocorrer frustração profissional. Se houver infraestrutura sem formação, pode ocorrer subutilização. Se houver avaliação tradicional em metodologias ativas, pode ocorrer incoerência pedagógica. Essa leitura relacional é fundamental para o Capítulo 4, pois as proposições educacionais precisam considerar simultaneamente prática docente, gestão escolar, políticas públicas, formação continuada e compromisso com a aprendizagem significativa.

Desse modo, a principal síntese interpretativa do capítulo é que metodologias ativas e recursos tecnológicos representam possibilidades relevantes, porém condicionadas. Elas podem contribuir para superar limites do ensino transmissivo desde que associadas à intencionalidade pedagógica, mediação docente, avaliação formativa, infraestrutura adequada, formação continuada e compromisso com a equidade. Sem esses elementos, a inovação tende a permanecer no plano do discurso ou a converter-se em prática episódica, incapaz de alterar de modo consistente a aprendizagem em Química.

A leitura integrada das potencialidades e limites também permite compreender que o professor de Química atua em uma zona de tensão permanente entre expectativas curriculares e condições reais de trabalho. De um lado, espera-se que promova investigação, pensamento crítico, cultura digital, interdisciplinaridade e aprendizagem significativa. De outro, muitas vezes trabalha com turmas numerosas, carga horária reduzida, laboratórios insuficientes e tempo limitado para planejamento. Gatti (2010) e Libâneo (2012) ajudam a interpretar essa tensão como problema sistêmico, e não como falha individual. Por isso, qualquer proposição para o ensino de Química precisa reconhecer a complexidade do trabalho docente e evitar recomendações abstratas que desconsiderem a organização concreta da escola.

A análise das categorias também mostra que o ensino de Química exige mediações múltiplas. O

professor precisa mediar a relação entre linguagem cotidiana e linguagem científica, entre fenômeno observado e modelo teórico, entre representação simbólica e significado conceitual, entre problema social e explicação química. Shulman (1987) contribui para compreender essa especificidade ao discutir o conhecimento pedagógico do conteúdo, dimensão especialmente relevante para disciplinas científicas. Uma tecnologia digital pode representar partículas em movimento, mas cabe ao professor orientar o estudante a compreender o que a representação mostra, o que oculta, quais simplificações apresenta e como se relaciona ao conceito estudado. Essa mediação é intelectual, epistemológica e didática.

A cultura digital, quando incorporada criticamente, também pode ampliar a produção discente. Em vez de usar tecnologias apenas para assistir vídeos ou responder questionários, os estudantes podem produzir relatórios multimodais, mapas conceituais, painéis explicativos, experimentos registrados em vídeo, análises de rótulos, podcasts científicos e apresentações de resultados investigativos. Valente (2018) sustenta que tecnologias podem favorecer autoria e personalização quando vinculadas a metodologias ativas. No ensino de Química, essa autoria fortalece a aprendizagem porque obriga o estudante a organizar conceitos, selecionar evidências, comunicar procedimentos e justificar conclusões. A produção, porém, precisa ser acompanhada por critérios científicos, evitando que a forma digital se sobreponha à qualidade conceitual.

A interdisciplinaridade aparece como consequência necessária da relação teoria-prática. Problemas químicos reais raramente se apresentam isolados em capítulos estanques de livros didáticos; envolvem biologia, física, matemática, geografia, economia, saúde, ambiente e tecnologia. Santos e Schnetzler (1997) indicam que o compromisso com a cidadania requer situar a Química em problemas sociais. Auler (2007) reforça que a perspectiva ciência-tecnologia-sociedade permite questionar decisões, interesses e impactos. Assim, metodologias ativas podem favorecer projetos interdisciplinares sobre água, energia, alimentos ou resíduos, desde que mantenham clareza sobre os conceitos químicos mobilizados. A interdisciplinaridade não deve diluir o conhecimento químico, mas ampliar sua potência interpretativa.

A análise documental sugere ainda que a linguagem das competências precisa ser tratada criticamente. A BNCC (Brasil, 2018) valoriza resolução de problemas, argumentação, cultura digital e investigação, mas a literatura curricular alerta que competências podem ser interpretadas de modo instrumental se separadas de formação crítica. Lopes e Macedo (2011) ajudam a compreender que o currículo é espaço de disputa de sentidos. No ensino de Química, desenvolver competências não deve significar apenas treinar habilidades úteis ao mercado ou ao desempenho em avaliações, mas formar sujeitos capazes de compreender fenômenos, analisar riscos, interpretar informações científicas e participar de decisões sociais. As metodologias ativas podem favorecer essa formação quando orientadas por finalidades democráticas.

A dimensão afetiva e motivacional também não pode ser ignorada, embora não deva substituir a

densidade conceitual. Estudantes frequentemente chegam ao ensino médio considerando a Química difícil, abstrata ou distante de sua realidade. Metodologias ativas e recursos tecnológicos podem reduzir essa distância ao criar experiências mais interativas, visuais e contextualizadas. Contudo, motivação não é sinônimo de aprendizagem. Moreira (2011) lembra que aprendizagem significativa requer disposição para aprender e material potencialmente significativo, o que exige tanto engajamento quanto estrutura conceitual. Assim, atividades interessantes precisam conduzir a relações científicas consistentes, e não apenas produzir satisfação momentânea. O desafio docente é transformar interesse inicial em compreensão duradoura.

A síntese crítica do capítulo também indica que a escola precisa construir critérios para escolher tecnologias educacionais. Nem todo recurso digital é cientificamente adequado, acessível, seguro ou coerente com objetivos de aprendizagem. Kenski (2012) e Valente (2018) apontam que o uso pedagógico das tecnologias exige análise de linguagem, interação e finalidade. No ensino de Química, simuladores precisam representar conceitos de forma correta; vídeos precisam evitar simplificações equivocadas; plataformas precisam respeitar privacidade e acessibilidade; jogos digitais precisam manter relação clara com o conteúdo científico. A curadoria docente, portanto, torna-se componente essencial da prática pedagógica inovadora.

Por fim, o capítulo evidencia que a inovação pedagógica em Química deve ser compreendida como processo gradual, reflexivo e avaliável. Não se trata de substituir todas as aulas expositivas por atividades digitais ou de abandonar explicações sistemáticas, mas de combinar diferentes estratégias conforme o objetivo de aprendizagem. Zabala (1998) sustenta que a prática educativa requer diversidade metodológica e coerência. Há momentos em que a exposição dialogada é necessária para sistematizar conceitos; há momentos em que a investigação é mais potente; há momentos em que a simulação esclarece fenômenos; há momentos em que a experimentação concreta é indispensável. A excelência pedagógica reside na capacidade de articular essas possibilidades com rigor, sentido e equidade.

Além disso, a análise reforça que o professor precisa dispor de repertório para decidir quando a tecnologia é necessária e quando outros recursos podem ser mais adequados. A inovação crítica não exige uso permanente de dispositivos digitais, mas escolha fundamentada. Uma discussão orientada, um experimento simples, uma leitura de rótulo, uma análise de notícia científica ou uma simulação virtual podem ser igualmente relevantes, desde que estejam conectados ao objetivo conceitual. Essa compreensão evita a dependência tecnológica e fortalece a autonomia pedagógica do professor de Química, pois coloca a ferramenta a serviço da aprendizagem e não a aprendizagem a serviço da ferramenta.

A articulação entre metodologias ativas e recursos tecnológicos, portanto, deve ser pensada como parte de uma política pedagógica da escola. O professor pode iniciar experiências pontuais, mas sua continuidade depende de planejamento coletivo, registro das práticas, avaliação dos resultados e

socialização das aprendizagens entre docentes. Nóvoa (2009) e Imbernón (2010) reforçam que a profissão docente se fortalece quando o conhecimento produzido na prática é compartilhado e analisado criticamente. No ensino de Química, essa cultura colaborativa permite acumular experiências sobre simuladores, experimentos, projetos, sequências didáticas e instrumentos avaliativos, evitando que cada professor recomece isoladamente a cada ano letivo.

Essa leitura final permite afirmar que o Capítulo 3 cumpre função de ponte entre a fundamentação teórica, o contexto documental e as proposições educacionais. Ao sistematizar potencialidades, desafios e categorias, o capítulo não encerra a discussão, mas prepara o caminho para o capítulo seguinte, no qual serão apresentadas implicações e proposições para a prática docente em Química. Dessa forma, a análise crítica aqui desenvolvida sustenta a necessidade de diretrizes pedagógicas que articulem teoria, currículo, recursos tecnológicos, formação docente e condições reais de trabalho escolar.

CAPÍTULO 4 - IMPLICAÇÕES E PROPOSIÇÕES EDUCACIONAIS PARA A PRÁTICA DOCENTE EM QUÍMICA

As discussões desenvolvidas nos capítulos anteriores evidenciaram que a integração entre metodologias ativas e recursos tecnológicos representa possibilidade relevante de renovação do ensino de Química, desde que compreendida como prática pedagógica situada, planejada e teoricamente fundamentada. Freire (1996), Chassot (2000), Moran (2018) e Bacich (2015) permitem afirmar que a inovação educacional não se resume à substituição de uma técnica por outra, mas envolve mudança na forma de conceber o conhecimento, a mediação docente, a participação estudantil e a relação entre ciência, tecnologia e sociedade. Nesse sentido, o presente capítulo desloca a análise do diagnóstico crítico para o campo das implicações pedagógicas, buscando indicar caminhos que possam fortalecer a prática docente sem reduzi-la a receitas metodológicas ou a prescrições tecnicistas.

A pergunta que orienta este capítulo é a seguinte: que implicações e diretrizes emergem da análise realizada para a prática docente em Química? Essa questão decorre da compreensão de que a literatura e os documentos educacionais não bastam quando permanecem no plano abstrato, pois a escola exige mediações concretas, decisões curriculares, formação continuada, infraestrutura mínima e avaliação coerente com os objetivos de aprendizagem. Tardif (2014), Nóvoa (1992), Kenski (2012) e Luckesi (2011) ajudam a compreender que qualquer proposta de inovação depende da articulação entre saberes docentes, condições institucionais, intencionalidade pedagógica e acompanhamento crítico dos resultados produzidos no cotidiano escolar.

A prática docente em Química demanda atenção específica porque a disciplina trabalha com linguagens simbólicas, modelos explicativos, representações microscópicas e fenômenos que nem sempre são visíveis aos estudantes. Mortimer e Scott (2002), Carvalho (2013) e Santos (2007) demonstram que a aprendizagem científica exige mediações capazes de transformar fórmulas, equações e conceitos em instrumentos de leitura da realidade. Assim, metodologias ativas e recursos tecnológicos precisam ser mobilizados para favorecer investigação, argumentação, problematização, experimentação e elaboração conceitual, evitando que o ensino se limite à reprodução de nomenclaturas, cálculos descontextualizados e procedimentos laboratoriais mecânicos.

A organização deste capítulo responde à necessidade de apresentar proposições pedagógicas e institucionais coerentes com o percurso analítico desenvolvido ao longo da dissertação. Desse modo, são discutidos os princípios para uma prática docente inovadora no ensino de Química, as diretrizes para o uso pedagógico de recursos tecnológicos, a formação continuada dos professores, o planejamento e a avaliação das práticas inovadoras, as proposições para escolas e sistemas de ensino e a síntese do capítulo. Imbernón (2010), Gatti (2017), Pimenta (2012) e Zabala (1998) sustentam a ideia de que a mudança pedagógica deve ser coletiva, reflexiva e vinculada aos problemas reais da escola, não apenas a orientações externas ou modismos educacionais.

O capítulo também assume uma posição crítica diante da ideia de que metodologias ativas e tecnologias seriam soluções automáticas para os desafios do ensino de Química. Valente (2005), Moran (2015), Bacich e Moran (2018) e Kenski (2012) indicam que os recursos digitais podem ampliar as possibilidades de ensino, mas também podem reproduzir práticas transmissivas quando utilizados sem planejamento e sem reflexão pedagógica. Por isso, as proposições apresentadas neste capítulo articulam teoria, política pública e prática escolar, buscando contribuir para uma inovação responsável, inclusiva, formativa e comprometida com a aprendizagem significativa dos estudantes.

4.1 PRINCÍPIOS PARA UMA PRÁTICA DOCENTE INOVADORA NO ENSINO DE QUÍMICA

A construção de uma prática docente inovadora no ensino de Química exige superar a compreensão limitada de inovação como simples adoção de atividades diferentes ou uso eventual de recursos digitais. Freire (1996), Dewey (1979), Chassot (2000) e Moran (2018) permitem compreender que inovar significa reorganizar a relação pedagógica para que o estudante participe da produção de sentidos, formule perguntas, interprete evidências e compreenda a ciência como construção humana. Desse modo, a inovação assume caráter epistemológico e político, pois altera a posição do professor, do estudante e do conhecimento no processo educativo, sem enfraquecer a centralidade do conteúdo científico.

O primeiro princípio é a contextualização do conhecimento químico, entendida como articulação entre conceitos científicos e situações socialmente significativas. Chassot (2003), Santos (2007) e Auler (2007) indicam que a alfabetização científica torna-se mais consistente quando permite ao estudante interpretar problemas relacionados à água, alimentação, energia, saúde, medicamentos, poluição, consumo e produção industrial. No ensino de Química, a contextualização não deve funcionar como ilustração superficial do conteúdo, mas como eixo de problematização que permite compreender como os conceitos químicos ajudam a analisar fenômenos reais e decisões coletivas.

O segundo princípio é a problematização, compreendida como movimento que transforma o conteúdo em questão investigável. Freire (1987) critica a educação bancária exatamente porque ela transforma o estudante em receptor passivo, enquanto a educação problematizadora convoca o sujeito a ler criticamente o mundo. No ensino de Química, esse princípio exige que temas como reações químicas, soluções, estequiometria, eletroquímica ou química orgânica sejam organizados a partir de problemas, hipóteses, evidências e argumentos, de modo que o estudante compreenda o sentido dos conceitos e não apenas memorize procedimentos.

Freire (1996, p. 47), fundamenta diretamente a prática docente inovadora porque desloca o centro da aula da transmissão para a criação de condições de aprendizagem, ao afirmar que “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”. No ensino de Química, isso significa que o professor não abdica de ensinar conceitos, modelos e procedimentos

científicos, mas organiza situações em que os estudantes possam mobilizar conhecimentos prévios, analisar fenômenos, confrontar explicações, testar hipóteses e reconstruir sentidos. Assim, a autoridade docente não desaparece; ela se qualifica como mediação intencional, ética e intelectualmente comprometida com a aprendizagem dos estudantes.

O terceiro princípio é a investigação, especialmente relevante em Ciências da Natureza porque aproxima o estudante dos modos de construção do conhecimento científico. Carvalho (2013), Sasseron (2015) e Cachapuz, Praia e Jorge (2004) demonstram que o ensino por investigação favorece a formulação de perguntas, a observação sistemática, a análise de dados, a argumentação e a elaboração de explicações. No ensino de Química, a investigação pode ocorrer em atividades experimentais presenciais, em simulações digitais, em análise de problemas ambientais ou em estudo de materiais do cotidiano, desde que o foco esteja na construção de raciocínio científico.

O quarto princípio é a colaboração, pois metodologias ativas não podem ser confundidas com individualização competitiva da aprendizagem. Vygotski (2007), Moran (2018) e Bacich (2015) indicam que a interação entre sujeitos potencializa a construção de conhecimentos, amplia repertórios argumentativos e favorece a aprendizagem pela troca de perspectivas. Em Química, trabalhos em grupos, projetos investigativos, debates orientados e resolução colaborativa de problemas ajudam os estudantes a explicitar suas hipóteses, revisar erros conceituais e construir explicações mais consistentes, desde que a colaboração seja planejada e acompanhada pelo professor.

O quinto princípio é a mediação docente, sem a qual a inovação se torna dispersa ou meramente procedimental. Tardif (2014), Shulman (1986) e Pimenta (2012) afirmam que o trabalho docente mobiliza saberes disciplinares, pedagógicos, curriculares e experienciais, exigindo decisões complexas sobre objetivos, conteúdos, estratégias, tempos e avaliação. No ensino de Química, o professor precisa dominar a linguagem científica e, ao mesmo tempo, saber traduzi-la didaticamente por meio de analogias, modelos, representações, experimentos, recursos tecnológicos e perguntas que favoreçam a compreensão conceitual.

O sexto princípio é a autonomia discente, compreendida não como abandono do estudante, mas como formação progressiva da capacidade de estudar, investigar, decidir e argumentar. Freire (1996), Perrenoud (1999) e Zabala (1998) permitem compreender que a autonomia se desenvolve quando a escola oferece desafios adequados, acompanhamento formativo e espaços de participação. Em Química, a autonomia pode ser fortalecida quando os estudantes planejam experimentos, interpretam resultados, produzem relatórios, constroem modelos explicativos e utilizam recursos digitais para aprofundar investigações, sempre sob orientação pedagógica clara.

O sétimo princípio é a relação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, pois o ensino de Química precisa formar sujeitos capazes de analisar criticamente os impactos sociais da produção científica. Auler (2007), Santos (2007) e Chassot (2000) mostram que o enfoque CTS contribui para superar a visão

neutra da ciência, permitindo discutir riscos, benefícios, interesses econômicos, desigualdades e responsabilidades coletivas. Dessa forma, uma prática docente inovadora não se limita a tornar a aula mais dinâmica, mas busca formar estudantes capazes de compreender e intervir em problemas contemporâneos com base em conhecimentos químicos.

Portanto, os princípios de contextualização, problematização, investigação, colaboração, mediação, autonomia e relação CTS constituem fundamentos para uma prática docente inovadora no ensino de Química. Moran (2018), Carvalho (2013), Freire (1996), Chassot (2003) e Tardif (2014) permitem afirmar que tais princípios precisam orientar o planejamento, a seleção de recursos, a organização do tempo didático, a mediação das interações e a avaliação da aprendizagem. Quando articulados, esses princípios impedem que a inovação seja reduzida a técnicas isoladas e fortalecem uma prática comprometida com o rigor conceitual, a participação estudantil e a leitura crítica da realidade.

Quadro 7 — Princípios orientadores para uma prática docente inovadora em Química

Princípio	Sentido pedagógico	Autores de referência	Implicação para a aula de Química
Contextualização	Relaciona conceitos químicos a problemas sociais, ambientais, tecnológicos e cotidianos.	Chassot (2003); Santos (2007); Auler (2007)	Selecionar situações reais como ponto de partida para conceitos e modelos científicos.
Problematização	Transforma conteúdos em questões investigáveis e exige argumentação dos estudantes.	Freire (1996); Carvalho (2013); Moran (2018)	Organizar aulas em torno de problemas, hipóteses, evidências e explicações.
Investigação	Aproxima o estudante dos modos de produção do conhecimento científico.	Carvalho (2013); Sasseron (2015); Cachapuz, Praia e Jorge (2004)	Propor experimentos, simulações e análise de dados com perguntas orientadoras.
Colaboração	Valoriza interação, escuta, negociação de sentidos e construção coletiva.	Vygotski (2007); Bacich (2015); Moran (2018)	Planejar grupos com funções, metas, registros e momentos de socialização.
Mediação docente	Define objetivos, orienta processos e transforma recursos em aprendizagem.	Tardif (2014); Shulman (1986); Pimenta (2012)	Intervir pedagogicamente, acompanhar dificuldades e qualificar explicações.
Autonomia discente	Forma estudantes capazes de estudar, decidir, investigar e justificar escolhas.	Freire (1996); Perrenoud (1999); Zabala (1998)	Criar desafios graduais, portfólios, relatórios e atividades de autorregulação.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

O Quadro 7 sistematiza princípios que não devem ser compreendidos como etapas rígidas, mas como critérios de qualidade para o planejamento docente. A leitura articulada de Freire (1996), Carvalho

(2013), Chassot (2003), Moran (2018) e Tardif (2014) demonstra que a inovação pedagógica exige coerência entre finalidade educativa, conteúdo científico, metodologia, recurso tecnológico e avaliação. Assim, o quadro contribui para orientar a prática docente sem transformá-la em receita pronta, preservando a autonomia do professor e a especificidade de cada contexto escolar.

A prática docente inovadora também exige atenção à linguagem química como construção cultural e não apenas como código técnico. Mortimer e Scott (2002), Maldaner (2013) e Chassot (2000) mostram que muitos estudantes não fracassam por falta de esforço, mas porque não compreendem a passagem entre fenômenos observáveis, modelos microscópicos e representações simbólicas. Assim, o professor precisa planejar mediações que permitam transitar entre esses níveis, utilizando desenhos, modelos, simulações, experimentos, tabelas e discussões orientadas, para que a linguagem química deixe de ser obstáculo e se converta em instrumento de pensamento científico.

Outro princípio necessário é a responsabilidade ética da inovação. Freire (1996), Santos (2007) e Auler (2007) permitem afirmar que a aula de Química deve contribuir para que o estudante compreenda implicações sociais, ambientais e tecnológicas dos conhecimentos científicos. Quando se discutem combustíveis, agrotóxicos, medicamentos, plásticos, mineração ou qualidade da água, a prática docente não pode separar conceito químico e responsabilidade coletiva. A inovação, nesse sentido, precisa ampliar a capacidade de análise crítica e não apenas tornar a aula mais atrativa, pois o compromisso formativo da Química é também cidadão.

4.2 DIRETRIZES PARA O USO PEDAGÓGICO DE RECURSOS TECNOLÓGICOS

O uso pedagógico de recursos tecnológicos no ensino de Química precisa partir da compreensão de que tecnologia não é sinônimo de inovação. Kenski (2012), Valente (2005), Moran (2015) e Bacich (2015) afirmam que as TDICs somente produzem sentido educacional quando integradas a objetivos formativos, mediação docente e avaliação da aprendizagem. Uma aula que utiliza vídeo, plataforma digital ou simulador pode continuar transmissiva se o estudante apenas assistir, copiar ou responder mecanicamente a comandos. Por isso, a primeira diretriz consiste em subordinar o recurso tecnológico ao problema pedagógico que se pretende enfrentar. A segunda diretriz é definir objetivos de aprendizagem antes de escolher a ferramenta digital. Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015) defendem que a integração entre tecnologia e currículo exige planejamento, seleção criteriosa de recursos e clareza sobre as competências a desenvolver. Em Química, isso implica perguntar se o recurso favorece visualização de partículas, compreensão de reações, análise de gráficos, simulação de variáveis, produção de modelos ou colaboração entre estudantes. Quando essa decisão antecede a escolha da ferramenta, reduz-se o risco de usar tecnologia apenas por pressão institucional ou aparência de modernização.

A terceira diretriz refere-se ao uso de simuladores e laboratórios virtuais como ambientes de

investigação, não como demonstrações prontas. Leite (2015), Valente (2005) e Carvalho (2013) permitem compreender que simulações podem favorecer aprendizagem quando os estudantes manipulam variáveis, registram hipóteses, observam efeitos, comparam resultados e elaboram explicações. No ensino de Química, simuladores sobre soluções, estequiometria, estrutura atômica, equilíbrio químico ou ligações químicas podem tornar fenômenos abstratos mais observáveis, desde que acompanhados de roteiro investigativo e discussão conceitual.

A quarta diretriz é combinar laboratório físico e laboratório virtual de forma complementar. Santos (2014), Hodson (1994) e Carvalho (2013) indicam que a experimentação tem função formativa quando ajuda o estudante a compreender a relação entre teoria, procedimento, evidência e explicação. Em escolas com infraestrutura limitada, o laboratório virtual amplia oportunidades de exploração; em escolas com laboratório físico, a simulação pode preparar ou aprofundar a prática experimental. Em ambos os casos, o professor precisa evitar a substituição acrítica da experiência concreta pela tela, pois cada ambiente oferece potencialidades e limites próprios.

A quinta diretriz envolve o uso crítico de vídeos, animações e materiais multimídia. Moran (2015), Valente (2014) e Kenski (2012) mostram que vídeos podem apoiar a sala de aula invertida, a revisão de conceitos e a visualização de processos químicos, mas não devem converter o estudante em espectador passivo. No ensino de Química, vídeos sobre reações, processos industriais, tratamento de água, produção de polímeros ou impactos ambientais podem ser acompanhados por perguntas orientadoras, mapas conceituais, debates, atividades de checagem conceitual e produção de explicações próprias.

A sexta diretriz é utilizar plataformas digitais para acompanhamento pedagógico e não apenas para distribuição de tarefas. Bacich e Moran (2018), Perrenoud (1999) e Hoffmann (2014) permitem compreender que ambientes virtuais podem favorecer devolutivas, registros, portfólios, rubricas, fóruns e acompanhamento do progresso dos estudantes. Em Química, uma plataforma pode reunir roteiros, vídeos, relatórios, simulações, questões conceituais, glossários colaborativos e registros de experimentação, contribuindo para que o professor acompanhe dificuldades recorrentes e reorganize intervenções didáticas.

A sétima diretriz diz respeito à equidade no acesso. Bonilla e Pretto (2015), Kenski (2012) e Gatti (2017) alertam que o uso de tecnologias pode ampliar desigualdades quando pressupõe conectividade, equipamentos e letramento digital que nem todos os estudantes possuem. No ensino de Química, o professor e a escola precisam prever alternativas offline, uso compartilhado de equipamentos, materiais impressos de apoio e estratégias que não penalizem estudantes sem acesso domiciliar. A inovação tecnológica só é educacionalmente legítima quando considera as condições concretas dos sujeitos e das instituições.

A oitava diretriz é formar estudantes para uso crítico da informação científica em ambientes digitais. Lévy (1999), Coll e Monereo (2010) e Rojo (2013) indicam que a cultura digital amplia a circulação de informações, mas também exige critérios de validação, autoria, confiabilidade e argumentação. Em

Química, isso é fundamental diante de conteúdos sobre medicamentos, alimentação, cosméticos, meio ambiente, energia e saúde que circulam em redes sociais sem rigor científico. Assim, recursos tecnológicos devem ser usados também para ensinar pesquisa, leitura crítica, checagem de fontes e produção responsável de conhecimento.

Figura 4— Dimensões da prática docente inovadora no ensino de Química



Fonte: elaborada pelo autor.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A Figura 4 foi inserida por sintetizar, de modo visualmente articulado, dimensões que atravessam a prática docente inovadora em Química: saberes docentes, formação, planejamento e mediação pedagógica. A escolha da figura é coerente com a discussão desenvolvida porque permite compreender que a inovação não depende de um único fator, mas da interação entre decisões didáticas, domínio conceitual, uso crítico de tecnologias, avaliação e condições institucionais. Outras figuras foram descartadas por apresentarem caráter excessivamente genérico ou por não evidenciar a articulação entre prática docente e ensino de Química.

A seleção de recursos tecnológicos deve considerar também a natureza do conceito químico trabalhado. Moreira (2011), Ausubel (2003) e Leite (2015) indicam que certos conceitos exigem

representações múltiplas para que o estudante possa relacionar ideias prévias e novas informações. Em conteúdos como ligações químicas, geometria molecular, radioatividade ou equilíbrio, recursos visuais e interativos podem favorecer diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Já em conteúdos de cálculo, como concentração e estequiometria, plataformas digitais podem ser úteis para feedback imediato, desde que não substituam a explicação conceitual e a análise dos erros.

A diretriz da acessibilidade pedagógica também deve orientar o uso das TDICs. Kenski (2012), Rojo (2013) e Bonilla e Pretto (2015) ajudam a compreender que materiais digitais precisam ser legíveis, navegáveis, inclusivos e adequados aos diferentes ritmos de aprendizagem. No ensino de Química, isso significa disponibilizar textos com linguagem clara, vídeos com legendas, imagens descritas, alternativas impressas, atividades em dupla ou grupo e possibilidades de retomada dos conteúdos. A tecnologia torna-se inclusiva quando amplia oportunidades de participação, e não quando cria novas barreiras de acesso, compreensão ou permanência.

4.3 FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE QUÍMICA

A formação continuada de professores de Química constitui condição central para que metodologias ativas e recursos tecnológicos sejam incorporados de modo crítico e consistente. Nóvoa (1992), Imbernón (2010), Tardif (2014) e Gatti (2017) demonstram que o desenvolvimento profissional docente não ocorre por simples acumulação de cursos, mas por processos reflexivos, colaborativos e situados nas condições concretas do trabalho escolar. Essa compreensão é especialmente importante quando se considera que muitos professores foram formados em modelos disciplinares rígidos, com pouca experiência em tecnologias digitais, ensino por investigação e avaliação formativa.

A formação continuada precisa ser situada, isto é, vinculada aos problemas reais enfrentados nas escolas. Imbernón (2010), Pimenta (2012) e Libâneo (2013) argumentam que formações genéricas tendem a produzir baixo impacto quando desconsideram currículo, infraestrutura, tempo de planejamento, cultura institucional e perfil dos estudantes. No ensino de Química, a formação deve partir de situações concretas, como dificuldades de aprendizagem em estequiometria, ausência de laboratório, uso de simuladores, planejamento de experimentos simples, contextualização de conteúdos e construção de sequências investigativas.

A formação também deve ser colaborativa, pois a inovação pedagógica não pode depender exclusivamente do esforço individual de professores isolados. Nóvoa (2009), Tardif (2014) e Gatti (2017) indicam que a profissão docente se fortalece quando os professores compartilham saberes, analisam práticas, produzem materiais e constroem soluções coletivas. Em Química, grupos de estudo, comunidades de prática, núcleos de planejamento e encontros por área podem favorecer a produção de roteiros, bancos de atividades, avaliações comuns e estratégias de acompanhamento das aprendizagens.

A citação de Nóvoa é decisiva para compreender que a formação continuada precisa produzir reflexão sobre a prática e não apenas transmitir métodos, ao afirmar que “a formação não se constrói por acumulação de cursos, de conhecimentos ou de técnicas, mas através de um trabalho de reflexividade crítica. (Nóvoa, 1992, p. 25)”. No ensino de Química, cursos sobre sala de aula invertida, simuladores, metodologias ativas ou avaliação formativa terão impacto limitado se não envolverem análise de aulas reais, planejamento acompanhado, experimentação didática e devolutivas entre pares. Assim, formar professores para inovação significa criar condições institucionais para que eles investiguem a própria prática, reconheçam dificuldades e reconstruam estratégias com base em evidências pedagógicas.

A formação continuada deve articular saber químico e saber pedagógico. Shulman (1986), Tardif (2014) e Maldaner (2013) ajudam a compreender que ensinar Química exige mais do que domínio conceitual; requer conhecimento pedagógico do conteúdo, isto é, capacidade de representar conceitos, antecipar dificuldades, selecionar exemplos, propor problemas, interpretar erros e organizar situações de aprendizagem. Assim, a formação continuada precisa vincular metodologias ativas e tecnologias às especificidades da linguagem química, evitando treinamentos genéricos desconectados da disciplina.

Outro aspecto fundamental é a formação para o uso pedagógico das tecnologias. Kenski (2012), Valente (2005) e Bacich (2015) indicam que o professor precisa compreender as possibilidades e os limites das TDICs, selecionando recursos em função de objetivos e não de modismos. Em Química, essa formação deve incluir uso de simuladores, laboratórios virtuais, aplicativos de modelagem molecular, plataformas de acompanhamento, recursos de visualização e estratégias de avaliação digital, sempre articulando esses instrumentos à aprendizagem conceitual, à investigação e à inclusão dos estudantes.

A formação continuada também precisa contemplar avaliação formativa e acompanhamento da aprendizagem. Luckesi (2011), Hoffmann (2014) e Perrenoud (1999) mostram que práticas inovadoras exigem formas de avaliação coerentes com participação, investigação e construção progressiva do conhecimento. No ensino de Química, não basta propor projetos ou simulações se a avaliação continuar restrita a provas que cobram memorização de fórmulas. A formação docente deve discutir rubricas, portfólios, relatórios investigativos, mapas conceituais, registros de hipóteses, autoavaliação e feedback processual.

Portanto, a formação continuada de professores de Química deve ser situada, colaborativa, reflexiva, prática e vinculada à realidade escolar. Nóvoa (2009), Imbernón (2010), Gatti (2017), Tardif (2014) e Pimenta (2012) indicam que o desenvolvimento profissional docente ocorre quando o professor analisa sua prática, compartilha experiências, estuda problemas concretos, experimenta estratégias e recebe acompanhamento pedagógico. No ensino de Química, essa perspectiva é decisiva porque a inovação envolve conteúdos complexos, recursos tecnológicos, experimentação, avaliação e condições materiais nem sempre disponíveis de forma equitativa.

A formação continuada deve incluir análise de materiais didáticos e recursos digitais utilizados nas aulas de Química. Libâneo (2013), Pimenta (2012) e Kenski (2012) permitem compreender que o professor precisa avaliar criticamente livros, vídeos, simuladores, aplicativos, plataformas e propostas prontas, identificando seus pressupostos pedagógicos, limites conceituais e possibilidades de adaptação. Essa análise evita que materiais externos sejam adotados sem crítica e fortalece a autoria docente, pois o professor deixa de ser consumidor de recursos e passa a ser produtor e curador de experiências formativas.

Outro eixo formativo relevante é a articulação entre formação continuada e pesquisa sobre a própria prática. Imbernón (2010), Nóvoa (2009) e Tardif (2014) defendem que o professor se desenvolve profissionalmente quando transforma problemas do cotidiano em objeto de investigação pedagógica. Em Química, isso pode envolver observar dificuldades recorrentes em determinado conceito, comparar estratégias, analisar registros de estudantes, revisar avaliações e construir intervenções. A formação deixa, então, de ser evento isolado e passa a constituir processo permanente de estudo, ação, reflexão e replanejamento.

4.4 PLANEJAMENTO, AVALIAÇÃO E ACOMPANHAMENTO DAS PRÁTICAS INOVADORAS

O planejamento é condição indispensável para que metodologias ativas e recursos tecnológicos sejam transformados em experiências de aprendizagem. Zabala (1998), Sacristán (2000), Luckesi (2011) e Moran (2018) demonstram que a prática pedagógica ganha consistência quando objetivos, conteúdos, estratégias, recursos, tempos, agrupamentos e avaliação são articulados de forma coerente. No ensino de Química, o planejamento precisa prever quais conceitos serão trabalhados, que problemas mobilizarão a investigação, que evidências serão analisadas e como os estudantes demonstrarão compreensão.

A primeira exigência do planejamento inovador é explicitar objetivos conceituais, procedimentais e atitudinais. Zabala (1998), Perrenoud (1999) e Carvalho (2013) indicam que a aprendizagem científica envolve conceitos, práticas de investigação, comunicação, colaboração e atitudes diante do conhecimento. Em Química, uma sequência sobre soluções, por exemplo, pode ter como objetivo conceitual compreender concentração; como objetivo procedimental interpretar dados e preparar diluições; e como objetivo atitudinal discutir consumo consciente de produtos químicos. Essa clareza orienta a escolha de metodologias e recursos.

A segunda exigência é organizar sequências didáticas com progressão interna. Ausubel (2003), Moreira (2011) e Novak (2010) mostram que a aprendizagem significativa depende de relações entre conhecimentos prévios, novos conceitos e processos de diferenciação progressiva. No ensino de Química, uma prática inovadora não deve reunir atividades desconectadas, mas estruturar etapas de sensibilização, problematização, investigação, sistematização conceitual, aplicação e avaliação. Assim, a tecnologia e a

metodologia ativa tornam-se partes de uma arquitetura didática coerente, não eventos isolados dentro do calendário escolar.

A avaliação precisa acompanhar essa lógica processual. Luckesi (2011), Hoffmann (2014) e Perrenoud (1999) defendem que avaliar é diagnosticar, acompanhar e intervir, não apenas classificar. Em Química, uma avaliação coerente com metodologias ativas deve considerar hipóteses formuladas, registros de experimentação, argumentação, explicações construídas, colaboração, revisão de erros e aplicação dos conceitos em novas situações. Isso não elimina provas e exercícios, mas impede que sejam o único critério de aprendizagem, sobretudo quando se pretende desenvolver investigação e autonomia.

O acompanhamento institucional também é necessário, pois práticas inovadoras não se consolidam quando dependem apenas da boa vontade individual. Libâneo (2013), Gatti (2017) e Nóvoa (2009) indicam que a escola precisa criar tempos coletivos de planejamento, observação, registro e análise das experiências pedagógicas. No ensino de Química, o acompanhamento pode envolver coordenação pedagógica, reuniões por área, socialização de sequências didáticas, análise de resultados, revisão de materiais e apoio à integração entre laboratório físico, laboratório virtual e sala de aula.

Indicadores de aprendizagem devem ser definidos com cuidado para evitar tanto o improvisado quanto a burocratização. Perrenoud (1999), Hoffmann (2014) e Sacristán (2000) permitem compreender que indicadores não se reduzem a notas, mas podem envolver participação, qualidade dos argumentos, precisão conceitual, uso de evidências, evolução dos registros e capacidade de transferir conhecimentos. Em Química, indicadores podem acompanhar a passagem de explicações intuitivas para explicações científicas, o domínio de representações simbólicas e a capacidade de relacionar fenômenos químicos a problemas sociais.

O planejamento também precisa considerar riscos, limites e condições materiais. Kenski (2012), Bonilla e Pretto (2015) e Valente (2005) alertam que a incorporação de tecnologias exige prever acesso, conectividade, segurança, tempo de uso, suporte técnico e alternativas pedagógicas. Em Química, isso inclui atenção ao uso seguro de laboratório, escolha de experimentos viáveis, disponibilidade de equipamentos, compatibilidade de simuladores, acessibilidade dos materiais e estratégias para estudantes que não possuem dispositivos próprios. A inovação responsável planeja possibilidades, mas também prevê contingências.

Dessa forma, planejamento, avaliação e acompanhamento compõem um ciclo contínuo de melhoria da prática docente. Zabala (1998), Luckesi (2011), Hoffmann (2014) e Moran (2018) sustentam que a qualidade da inovação depende da coerência entre intenção, ação e reflexão. No ensino de Química, cada sequência didática deve produzir evidências para que o professor avalie o que funcionou, o que precisa ser revisto, que conceitos permaneceram frágeis e que estratégias favoreceram aprendizagem. A inovação, portanto, deve ser tratada como processo investigativo permanente do próprio trabalho docente.

Quadro 8 — Matriz de planejamento e acompanhamento das práticas inovadoras em Química

Etapa	Questão orientadora	Instrumentos possíveis	Critério de qualidade
Diagnóstico	Que conhecimentos prévios e dificuldades os estudantes apresentam?	Perguntas iniciais, mapas conceituais, roda diagnóstica, quiz conceitual.	Identificar concepções alternativas e necessidades reais da turma.
Problematização	Que problema justifica a investigação do conteúdo químico?	Estudo de caso, notícia científica, situação cotidiana, desafio experimental.	Relacionar conteúdo, realidade social e pergunta investigável.
Investigação	Que dados, modelos ou experimentos serão analisados?	Laboratório físico, simulador, roteiro investigativo, banco de dados.	Permitir manipulação de variáveis, análise de evidências e argumentação.
Sistematização	Como os conceitos serão organizados cientificamente?	Aula dialogada, mapa conceitual, síntese coletiva, exercícios orientados.	Transformar experiências em compreensão conceitual consistente.
Avaliação formativa	Como acompanhar avanços e dificuldades durante o processo?	Rubrica, portfólio, relatório, autoavaliação, feedback docente.	Gerar devolutivas que reorientem ensino e aprendizagem.
Acompanhamento	Como a escola aprenderá com a experiência realizada?	Registro pedagógico, reunião por área, análise de resultados, replanejamento.	Converter experiências isoladas em cultura institucional de melhoria.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

O Quadro 8 organiza uma matriz de planejamento que pode orientar o professor de Química sem aprisionar sua prática em um modelo único. A contribuição de Zabala (1998), Luckesi (2011), Hoffmann (2014), Carvalho (2013) e Moran (2018) permite compreender que o planejamento inovador precisa articular diagnóstico, problematização, investigação, sistematização conceitual, avaliação e devolutiva. Essa matriz favorece maior clareza didática e contribui para que as metodologias ativas não se convertam em atividades dispersas, desconectadas dos objetivos de aprendizagem.

A avaliação das práticas inovadoras também deve considerar a qualidade da participação estudantil. Hoffmann (2014), Perrenoud (1999) e Carvalho (2013) permitem afirmar que participar não significa apenas estar presente ou realizar tarefas, mas formular perguntas, justificar respostas, dialogar com colegas e revisar explicações. No ensino de Química, o professor pode acompanhar a evolução da participação por meio de registros de debate, relatórios de investigação, mapas conceituais comparativos e rubricas de argumentação. Dessa forma, a avaliação torna visível o processo de aprendizagem, não apenas o produto final.

O acompanhamento pedagógico deve gerar memória institucional das experiências realizadas. Sacristán (2000), Libâneo (2013) e Gatti (2017) mostram que a escola aprende quando registra, analisa e compartilha suas práticas. Em Química, sequências didáticas, roteiros de laboratório, uso de

simuladores, dificuldades conceituais encontradas e resultados de avaliação podem compor um acervo pedagógico da área. Esse registro permite que boas experiências sejam aperfeiçoadas, que erros não sejam repetidos e que novos professores encontrem referências para continuidade do trabalho coletivo.

4.5 PROPOSIÇÕES PARA ESCOLAS E SISTEMAS DE ENSINO

As proposições para escolas e sistemas de ensino decorrem da compreensão de que a inovação no ensino de Química não pode ser atribuída exclusivamente ao professor individualmente considerado. Libâneo (2013), Gatti (2017), Nóvoa (2009) e Imbernón (2010) evidenciam que a prática docente é condicionada por políticas curriculares, infraestrutura, tempo de planejamento, cultura escolar, formação continuada e gestão pedagógica. Portanto, propor diretrizes para o ensino de Química implica reconhecer que metodologias ativas e recursos tecnológicos exigem condições institucionais mínimas para se converterem em aprendizagem significativa. A primeira proposição consiste em garantir infraestrutura tecnológica mínima e equitativa. Kenski (2012), Bonilla e Pretto (2015) e Valente (2005) demonstram que a cultura digital na escola depende de conectividade, equipamentos, manutenção, acessibilidade e suporte técnico. Para o ensino de Química, isso significa assegurar internet estável, projetores, computadores ou tablets compartilháveis, acesso a simuladores, plataformas seguras e equipamentos básicos de laboratório. Sem essas condições, o uso de TDICs torna-se episódico, desigual e dependente de imprevistos individuais, o que fragiliza a continuidade das práticas inovadoras.

A segunda proposição é instituir formação continuada específica para professores de Química, com foco em metodologias ativas, TDICs, experimentação investigativa e avaliação formativa. Gatti (2017), Imbernón (2010), Tardif (2014) e Pimenta (2012) sustentam que formações genéricas tendem a não alcançar as especificidades do ensino disciplinar. A formação deve envolver planejamento de sequências, uso de simuladores, análise de dificuldades conceituais, elaboração de roteiros experimentais, produção de materiais e socialização de experiências, permitindo que os professores construam soluções ajustadas às realidades escolares. A terceira proposição é criar bancos institucionais de sequências didáticas investigativas em Química. Carvalho (2013), Zabala (1998) e Moran (2018) indicam que a prática inovadora se fortalece quando o professor dispõe de repertórios planejados, adaptáveis e avaliados. Esses bancos podem reunir temas como tratamento de água, combustíveis, eletroquímica, polímeros, alimentos, cosméticos, soluções, gases e equilíbrio químico, articulando problema, objetivos, recursos, etapas, avaliação e possibilidades de adaptação. A existência desses materiais favorece continuidade, reduz imprevistos e fortalece o trabalho coletivo.

A quarta proposição é integrar laboratório físico e virtual em uma política pedagógica de Ciências da Natureza. Santos (2014), Hodson (1994) e Leite (2015) mostram que a experimentação contribui para aprendizagem quando envolve perguntas, evidências e explicações. Sistemas de ensino podem orientar

escolas a articular experimentos simples, práticas seguras, simulações digitais, vídeos de procedimentos, laboratórios remotos e produção de relatórios investigativos. Essa integração é especialmente importante em contextos de infraestrutura limitada, pois amplia oportunidades de contato dos estudantes com práticas científicas sem abandonar a dimensão concreta da experimentação.

A quinta proposição é incentivar projetos interdisciplinares que relacionem Química, tecnologia, ambiente, saúde e sociedade. Fazenda (2011), Auler (2007), Santos (2007) e Chassot (2003) demonstram que problemas contemporâneos dificilmente se organizam segundo fronteiras disciplinares rígidas. Projetos sobre qualidade da água, resíduos sólidos, alimentação, energia, medicamentos, agrotóxicos, cosméticos e mudanças climáticas podem articular Química, Biologia, Física, Matemática, Geografia e Língua Portuguesa. A interdisciplinaridade, contudo, precisa preservar a especificidade conceitual da Química, evitando abordagens genéricas sem aprofundamento científico.

A sexta proposição é construir políticas de avaliação e acompanhamento das práticas inovadoras. Luckesi (2011), Hoffmann (2014), Perrenoud (1999) e Sacristán (2000) ajudam a compreender que sistemas de ensino precisam acompanhar não apenas a existência de projetos, mas seus efeitos sobre aprendizagem, participação e desenvolvimento docente. Isso pode ocorrer por meio de indicadores qualitativos e quantitativos, registros pedagógicos, portfólios, análise de sequências, devolutivas de estudantes, socialização de experiências e replanejamento. Avaliar a inovação não significa controlar burocraticamente o professor, mas apoiar a melhoria das práticas.

A sétima proposição é fortalecer a cultura científica escolar. Chassot (2003), Sasseron (2015) e Cachapuz, Praia e Jorge (2004) mostram que a alfabetização científica depende de experiências permanentes de leitura, investigação, argumentação e comunicação científica. Escolas e redes podem organizar feiras de ciências investigativas, clubes de Química, mostras tecnológicas, olimpíadas formativas, produção de podcasts, murais científicos, oficinas e projetos comunitários. Essas ações devem evitar caráter meramente competitivo, priorizando aprendizagem, inclusão, criatividade e compreensão crítica da ciência.

A oitava proposição é assegurar tempo de planejamento coletivo para professores da área de Ciências da Natureza. Nóvoa (2009), Imbernón (2010), Tardif (2014) e Gatti (2017) evidenciam que a colaboração docente requer condições objetivas de trabalho. Sem tempo institucional, as práticas inovadoras tendem a depender de esforço individual e não se consolidam como cultura escolar. O planejamento coletivo permite alinhar conteúdos, organizar projetos, compartilhar materiais, discutir avaliações, analisar resultados e construir continuidade entre diferentes séries, fortalecendo a coerência curricular.

A nona proposição é desenvolver políticas de inclusão digital e acessibilidade nos recursos de ensino de Química. Kenski (2012), Bonilla e Pretto (2015) e Rojo (2013) indicam que acesso não se resume a possuir equipamentos, mas envolve linguagem, usabilidade, apoio, adaptação e participação. Recursos

digitais devem considerar estudantes com deficiência, diferentes ritmos de aprendizagem, limitações de conectividade e diversidade sociocultural. Em Química, isso implica utilizar materiais com legendas, descrições, versões impressas, atividades em grupo, representações visuais acessíveis e alternativas para estudantes sem dispositivos próprios.

A décima proposição é constituir uma política de inovação pedagógica responsável, evitando tanto o imobilismo quanto a adesão acrítica a tendências passageiras. Moran (2018), Valente (2005), Bacich (2015) e Freire (1996) ajudam a compreender que inovação educacional deve estar a serviço da formação humana, da aprendizagem significativa e da leitura crítica da realidade. Para escolas e sistemas de ensino, isso significa selecionar prioridades, acompanhar resultados, apoiar professores, garantir equidade, revisar práticas e manter o foco na qualidade da aprendizagem em Química, e não apenas na visibilidade das ações.

A décima primeira proposição consiste em aproximar universidades, escolas e redes de ensino para produção colaborativa de materiais e formação. Maldaner (2013), Gatti (2017) e Nóvoa (2009) defendem que a relação entre formação acadêmica e escola básica precisa superar a lógica de transferência vertical de conhecimento. No ensino de Química, parcerias podem apoiar clubes de ciência, oficinas de experimentação, desenvolvimento de sequências didáticas, pesquisa sobre aprendizagem e formação de professores. Essa aproximação fortalece a escola como espaço de produção de conhecimento pedagógico e não apenas como local de aplicação de teorias externas.

A décima segunda proposição é construir protocolos de uso responsável de tecnologias no ensino de Química. Valente (2005), Kenski (2012) e Rojo (2013) indicam que o uso de ambientes digitais exige cuidado com segurança, autoria, privacidade, confiabilidade das informações e ética na comunicação. As escolas podem orientar professores e estudantes sobre citação de fontes, produção de relatórios digitais, uso de imagens, armazenamento de dados, interação em fóruns e checagem de informações científicas. Essa dimensão é relevante porque a cultura digital também forma atitudes e responsabilidades, não apenas competências técnicas.

A décima terceira proposição envolve reorganizar a gestão do tempo escolar para permitir investigação e aprofundamento. Zabala (1998), Carvalho (2013) e Sacristán (2000) demonstram que atividades investigativas exigem etapas de problematização, coleta de dados, discussão, sistematização e avaliação, o que nem sempre cabe em aulas fragmentadas. Sistemas de ensino e escolas podem prever blocos integrados, projetos por área, semanas investigativas e momentos de socialização científica. No ensino de Química, essa reorganização permite que práticas com metodologias ativas não sejam apressadas nem reduzidas a atividades pontuais sem fechamento conceitual.

A décima quarta proposição é fortalecer o papel da coordenação pedagógica na mediação das práticas inovadoras. Libâneo (2013), Gatti (2017) e Pimenta (2012) mostram que a gestão escolar tem função pedagógica quando acompanha planejamento, cria condições de estudo, organiza tempos coletivos

e apoia professores. No ensino de Química, a coordenação pode ajudar a articular projetos interdisciplinares, mapear necessidades de formação, acompanhar resultados e garantir que as práticas inovadoras estejam alinhadas ao projeto pedagógico da escola, evitando ações isoladas ou dependentes de iniciativas pessoais.

A décima quinta proposição é estabelecer uma progressão institucional para implementação das metodologias ativas no ensino de Química. Moran (2018), Zabala (1998) e Carvalho (2013) indicam que mudanças pedagógicas sustentáveis não precisam ocorrer de forma abrupta, mas por ciclos graduais de planejamento, experimentação, avaliação e ampliação. Escolas e sistemas podem iniciar por sequências investigativas curtas, avançar para projetos interdisciplinares e, posteriormente, consolidar bancos de práticas avaliadas. Essa progressão evita sobrecarga docente e permite que a inovação seja construída com segurança conceitual e pedagógica.

A décima sexta proposição é criar mecanismos de escuta dos estudantes sobre as práticas inovadoras. Freire (1996), Hoffmann (2014) e Perrenoud (1999) permitem compreender que a avaliação do ensino deve incluir a experiência dos sujeitos que aprendem, sem transformar a opinião discente em critério único. No ensino de Química, questionários reflexivos, rodas de avaliação, autoavaliações e análise de dificuldades relatadas podem revelar se simuladores, projetos, experimentos e atividades colaborativas estão favorecendo compreensão conceitual. Essa escuta ajuda o professor a ajustar linguagem, tempo, recursos e formas de mediação.

A décima sétima proposição consiste em valorizar institucionalmente professores que produzem e compartilham práticas inovadoras. Tardif (2014), Nóvoa (2009) e Gatti (2017) evidenciam que o trabalho docente envolve produção de saberes que muitas vezes permanecem invisíveis. Redes de ensino podem criar repositórios, seminários internos, certificação formativa, grupos de estudo e publicização de experiências, reconhecendo a autoria pedagógica dos professores de Química. Essa valorização contribui para romper a lógica de isolamento e fortalece uma cultura profissional de colaboração e melhoria contínua.

4.6 SÍNTESE DO CAPÍTULO

A síntese deste capítulo permite afirmar que as implicações educacionais da análise realizada convergem para uma compreensão crítica da inovação no ensino de Química. Freire (1996), Chassot (2003), Moran (2018) e Bacich (2015) sustentam que metodologias ativas e recursos tecnológicos só produzem contribuição pedagógica quando articulados a princípios como contextualização, problematização, investigação, colaboração, mediação docente, autonomia discente e relação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Sem esses princípios, a inovação corre o risco de permanecer na superfície da prática escolar.

As diretrizes para o uso pedagógico de recursos tecnológicos demonstraram que simuladores,

laboratórios virtuais, vídeos, plataformas digitais e aplicativos precisam ser escolhidos em função de objetivos de aprendizagem. Kenski (2012), Valente (2005), Leite (2015) e Bacich (2015) indicam que as TDICs podem favorecer visualização de fenômenos abstratos, acompanhamento pedagógico e interação, mas também podem reproduzir práticas transmissivas quando utilizadas sem planejamento. Assim, a tecnologia deve ser compreendida como mediação e não como finalidade da prática docente.

A formação continuada dos professores de Química foi analisada como condição estruturante para a efetivação das práticas inovadoras. Nóvoa (1992), Imbernón (2010), Tardif (2014), Gatti (2017) e Pimenta (2012) permitem reconhecer que o desenvolvimento profissional depende de processos situados, colaborativos, reflexivos e vinculados aos problemas reais da escola. A formação precisa articular saber químico, saber pedagógico, uso de tecnologias, avaliação formativa e análise da própria prática, evitando modelos de capacitação rápidos, genéricos e desconectados do cotidiano docente.

O planejamento, a avaliação e o acompanhamento foram apresentados como dimensões inseparáveis da inovação responsável. Zabala (1998), Luckesi (2011), Hoffmann (2014), Perrenoud (1999) e Sacristán (2000) mostram que a qualidade da prática pedagógica depende da coerência entre objetivos, estratégias, recursos e formas de avaliação. No ensino de Química, isso exige sequências didáticas com diagnóstico, problematização, investigação, sistematização conceitual, devolutivas formativas e análise institucional dos resultados produzidos.

As proposições para escolas e sistemas de ensino reforçaram que a inovação no ensino de Química é também uma questão institucional e política. Libâneo (2013), Gatti (2017), Bonilla e Pretto (2015) e Kenski (2012) indicam que infraestrutura, inclusão digital, tempo de planejamento, formação específica, bancos de sequências didáticas, integração entre laboratório físico e virtual e fortalecimento da cultura científica são condições necessárias para que metodologias ativas e tecnologias não dependam apenas da iniciativa individual de alguns professores.

Conclui-se, portanto, que a contribuição central do capítulo não está em defender tecnologia ou metodologia como solução automática, mas em propor uma articulação crítica, planejada e contextualizada entre inovação pedagógica, formação docente e ensino de Química. Freire (1996), Moran (2018), Carvalho (2013), Chassot (2003) e Tardif (2014) ajudam a compreender que a prática docente inovadora precisa formar estudantes capazes de investigar, argumentar, interpretar fenômenos e participar criticamente da sociedade, fazendo da Química uma linguagem para compreender e transformar a realidade.

A síntese também evidencia que o Capítulo 4 cumpre função propositiva ao traduzir a análise teórica e documental em diretrizes para a prática. Carvalho (2013), Moran (2018), Luckesi (2011) e Imbernón (2010) permitem compreender que proposições pedagógicas devem manter relação direta com problemas identificados: dificuldades conceituais, fragilidades formativas, desigualdade tecnológica, ausência de planejamento e avaliação pouco formativa. Assim, as recomendações apresentadas não são externas ao

percurso da dissertação, mas emergem da interpretação crítica realizada nos capítulos anteriores.

Por fim, a contribuição deste capítulo consiste em defender uma inovação pedagógica prudente, crítica e viável. Freire (1996), Chassot (2003), Kenski (2012) e Tardif (2014) sustentam que o ensino de Química precisa formar estudantes capazes de compreender a ciência em sua relação com a vida social, sem abandonar o rigor conceitual. Essa perspectiva impede tanto o retorno ao transmissivismo quanto a adesão acrítica às novidades tecnológicas. O caminho proposto é o da mediação docente qualificada, da formação continuada, da equidade e da construção coletiva de uma cultura científica escolar.

A articulação entre proposição e viabilidade é outro elemento central da síntese. Imbernón (2010), Gatti (2017), Libâneo (2013) e Kenski (2012) ajudam a compreender que nenhuma diretriz pedagógica se sustenta quando ignora as condições de trabalho, a infraestrutura disponível e o tempo institucional. Por isso, as proposições do capítulo combinam recomendações didáticas e institucionais, evitando responsabilizar isoladamente o professor por problemas que também dependem de políticas públicas, gestão escolar e investimento coletivo.

Também se reafirma que a avaliação formativa é uma condição para que a inovação produza aprendizagem e não apenas mudança aparente. Luckesi (2011), Hoffmann (2014) e Perrenoud (1999) demonstram que o acompanhamento contínuo permite identificar dificuldades, reorientar estratégias e reconhecer avanços parciais. No ensino de Química, esse acompanhamento é decisivo porque conceitos abstratos podem parecer assimilados em atividades pontuais, mas permanecer frágeis quando exigem argumentação, aplicação e transferência para novas situações-problema.

Por essa razão, o Capítulo 4 encerra o percurso analítico da dissertação indicando que a prática docente em Química precisa ser compreendida como ação intelectual, ética e institucionalmente situada. Freire (1996), Tardif (2014), Chassot (2003) e Moran (2018) permitem defender que o professor é mediador de conhecimentos científicos e de experiências formativas, e que sua atuação ganha força quando apoiada por formação continuada, planejamento coletivo, infraestrutura, avaliação crítica e cultura escolar comprometida com a aprendizagem de todos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação retomou, em seu percurso investigativo, o debate sobre metodologias ativas e recursos tecnológicos no ensino de Química, tomando como eixo central a necessidade de compreender em que medida essas mediações podem contribuir para a superação de práticas pedagógicas marcadas pela transmissão linear de conteúdos, pela memorização mecânica de fórmulas e pela dissociação entre conhecimento científico escolar e realidade social dos estudantes. Ao longo do estudo, tornou-se evidente que o ensino de Química, quando organizado apenas pela exposição de conceitos, pela resolução repetitiva de exercícios e pela cobrança de respostas padronizadas, tende a enfraquecer a compreensão dos fenômenos químicos e a limitar a participação intelectual dos estudantes. Por isso, a dissertação assumiu como horizonte a defesa de uma prática docente mais investigativa, contextualizada, crítica e planejada, capaz de articular os conhecimentos específicos da Química às experiências dos estudantes, às tecnologias disponíveis, aos documentos educacionais e às demandas formativas da educação básica contemporânea.

A retomada explícita do problema de pesquisa permite reafirmar a coerência do caminho percorrido: como a literatura científica e os documentos educacionais orientadores da educação básica brasileira compreendem a articulação entre metodologias ativas e recursos tecnológicos no ensino de Química, e que desafios, limites e contribuições essa articulação apresenta para a prática docente? A resposta construída pela dissertação não se reduziu à afirmação genérica de que metodologias ativas e recursos tecnológicos melhoram automaticamente a aprendizagem. Ao contrário, a análise demonstrou que essa articulação somente se torna pedagogicamente relevante quando está vinculada a intencionalidade didática, domínio conceitual, planejamento consistente, avaliação formativa, mediação docente qualificada e condições institucionais mínimas. O problema foi, portanto, respondido de modo crítico: metodologias ativas e tecnologias podem contribuir para o ensino de Química, mas essa contribuição depende da forma como são integradas ao currículo, aos objetivos de aprendizagem, à formação docente, à infraestrutura escolar e à realidade concreta dos estudantes.

O percurso da pesquisa mostrou que o debate sobre inovação pedagógica exige superar duas interpretações igualmente insuficientes. A primeira consiste em imaginar que a simples presença de tecnologias digitais, plataformas, aplicativos, simuladores ou ambientes virtuais seja capaz de transformar a aprendizagem por si mesma. A segunda consiste em rejeitar as tecnologias e as metodologias ativas como se elas fossem apenas modismos incompatíveis com a seriedade do ensino científico. Entre esses extremos, a dissertação sustentou uma posição analítica intermediária e mais adequada à formação de nível de mestrado: os recursos tecnológicos e as metodologias ativas não substituem a docência, não eliminam a necessidade de estudo sistemático e não dispensam a explicação conceitual, mas podem ampliar a qualidade da mediação pedagógica quando utilizados com finalidade formativa, criticidade e articulação com problemas significativos. Essa compreensão atravessou os quatro capítulos e orientou a interpretação dos resultados obtidos.

O objetivo geral da dissertação foi contemplado, pois o estudo analisou, por meio de pesquisa bibliográfica e documental, como a articulação entre metodologias ativas e recursos tecnológicos é compreendida no ensino de Química da educação básica, identificando fundamentos teóricos, orientações curriculares, desafios de implementação e contribuições para a prática docente. Esse objetivo foi alcançado porque o trabalho não se limitou a apresentar conceitos ou a enumerar estratégias metodológicas; ele organizou uma leitura integrada do objeto, partindo dos fundamentos pedagógicos, passando pelas políticas educacionais e pela produção acadêmica, avançando para uma análise crítica dos limites e potencialidades e culminando em proposições educacionais voltadas à escola, ao professor e aos sistemas de ensino. Assim, a dissertação preservou coerência entre problema, objetivo geral, metodologia e estrutura capitular, evitando a fragmentação típica de textos que tratam tecnologia, metodologia e aprendizagem como dimensões isoladas. O primeiro objetivo específico, voltado a examinar os fundamentos teóricos das metodologias ativas, dos recursos tecnológicos educacionais e da aprendizagem significativa no ensino de Química, foi contemplado especialmente no primeiro capítulo. Nele, a dissertação demonstrou que o modelo transmissivo apresenta limites quando transforma o estudante em receptor passivo e reduz o conhecimento químico a uma sequência de definições, nomenclaturas e cálculos descontextualizados. Também foi possível mostrar que metodologias ativas, quando compreendidas como fundamentos pedagógicos, favorecem problematização, investigação, colaboração, autonomia intelectual e construção de sentidos. O capítulo ainda evidenciou que a aprendizagem significativa depende da relação entre conhecimentos prévios, novos conceitos, linguagem científica, situações concretas e mediação docente. Desse modo, o primeiro objetivo não foi apenas mencionado, mas desenvolvido de forma analítica e articulada ao tema central da dissertação.

O segundo objetivo específico, relacionado à contextualização do ensino de Química nas políticas curriculares, nos documentos educacionais brasileiros e na produção acadêmica, foi contemplado no segundo capítulo. A análise mostrou que o ensino de Química não pode ser compreendido apenas como prática individual do professor, pois está vinculado a diretrizes curriculares, orientações para a área de Ciências da Natureza, políticas de cultura digital, exigências de formação docente e debates sobre inovação pedagógica. A dissertação também indicou que os documentos educacionais defendem competências investigativas, contextualização, uso crítico de tecnologias e formação integral, mas tais orientações nem sempre se convertem em práticas escolares efetivas. Essa distância entre prescrição curricular e realização concreta constitui um dos resultados relevantes da pesquisa, pois revela que a inovação depende de condições materiais, formação permanente, gestão pedagógica e acompanhamento institucional.

O terceiro objetivo específico, que consistiu em analisar criticamente os desafios, limites e possibilidades da articulação entre metodologias ativas e recursos tecnológicos no ensino de Química, foi contemplado de modo central no terceiro capítulo. A dissertação identificou que as potencialidades

pedagógicas dessa articulação aparecem quando as estratégias mobilizam investigação, resolução de problemas, experimentação, colaboração, simulações, visualização de fenômenos e relação entre conceitos químicos e situações reais. Entretanto, a análise também evidenciou limites estruturais, como desigualdade de acesso, insuficiência de equipamentos, instabilidade de conexão, ausência de laboratórios e falta de manutenção; limites formativos, como insegurança docente, formação inicial fragmentada e escassez de formação continuada contextualizada; e limites pedagógicos, como uso instrumental das tecnologias, atividades sem objetivos claros e avaliação incompatível com práticas investigativas. Dessa forma, o objetivo foi cumprido porque o estudo não romantizou a inovação, mas analisou suas condições de possibilidade.

O quarto objetivo específico, direcionado a propor implicações e diretrizes pedagógicas para a prática docente em Química, considerando formação de professores, intencionalidade pedagógica, infraestrutura escolar e aprendizagem significativa, foi contemplado no quarto capítulo. A dissertação apresentou princípios para uma prática docente inovadora, diretrizes para o uso pedagógico dos recursos tecnológicos, orientações para formação continuada, critérios para planejamento e avaliação, além de proposições voltadas a escolas e sistemas de ensino. O alcance desse objetivo é particularmente importante porque a pesquisa bibliográfica e documental não permaneceu apenas no diagnóstico dos problemas; ela avançou para a construção de caminhos possíveis, reconhecendo que a melhoria do ensino de Química depende de decisões pedagógicas, políticas institucionais, investimento em condições de trabalho e valorização da formação docente. As proposições apresentadas não assumem caráter de receita, mas de orientação crítica para práticas contextualizadas.

Os resultados obtidos indicam que as metodologias ativas têm potencial para deslocar o centro da aula de Química da reprodução mecânica para a construção orientada do conhecimento, desde que não sejam reduzidas a dinâmicas superficiais ou atividades motivacionais sem densidade conceitual. A aprendizagem baseada em problemas, a aprendizagem baseada em projetos, a sala de aula invertida, o ensino por investigação, a experimentação problematizadora e a aprendizagem colaborativa podem favorecer o engajamento discente quando partem de questões relevantes, exigem argumentação, demandam levantamento de hipóteses, mobilizam conceitos químicos e permitem análise de fenômenos. Contudo, tais metodologias exigem planejamento rigoroso, clareza de objetivos, escolha adequada de recursos, tempo para acompanhamento e avaliação coerente. O estudo mostrou que a inovação pedagógica não está na nomenclatura da metodologia, mas na qualidade da mediação que transforma atividade em experiência formativa.

Também se conclui que os recursos tecnológicos e as TDICs podem ampliar as possibilidades do ensino de Química, especialmente quando favorecem a visualização de fenômenos abstratos, a simulação de processos microscópicos, o acesso a diferentes linguagens, a organização de dados, a colaboração entre

estudantes e a conexão entre conteúdo escolar e problemas do cotidiano. No entanto, a tecnologia não constitui solução autônoma para dificuldades históricas da educação. Quando utilizada sem problematização, pode apenas sofisticar a transmissão tradicional, reproduzindo a mesma lógica passiva em ambientes digitais. Por isso, o estudo demonstrou que o recurso tecnológico deve ser compreendido como mediação pedagógica e não como finalidade. A centralidade permanece no processo de aprendizagem, no conhecimento químico, na intencionalidade docente e na construção de sentidos pelos estudantes.

A análise dos quatro capítulos permite afirmar que a prática docente em Química precisa ser compreendida como atividade intelectual, pedagógica e política, pois envolve escolhas sobre conteúdos, problemas, linguagens, estratégias, tecnologias, avaliação e participação discente. Não basta ao professor dominar recursos digitais ou conhecer nomes de metodologias; é necessário compreender o que ensinar, por que ensinar, para quem ensinar e em que condições o ensino ocorre. A dissertação evidenciou que a formação continuada ocupa papel decisivo nesse processo, desde que se afaste de modelos pontuais, prescritivos e descontextualizados. A formação precisa dialogar com os problemas reais da escola, valorizar os saberes docentes, favorecer o trabalho colaborativo, articular teoria e prática e oferecer condições para que professores planejem, experimentem, avaliem e reconstruam suas ações pedagógicas.

Entre os resultados mais significativos, destaca-se a compreensão de que a aprendizagem significativa em Química depende de relações conceituais, experiências problematizadoras e mediação docente capaz de transformar informações em conhecimento. O estudante não se apropria da Química apenas porque recebeu uma explicação correta ou acessou um recurso digital atraente. A aprendizagem exige que os novos conteúdos se conectem a estruturas cognitivas já existentes, a situações de vida, a problemas investigáveis, a representações múltiplas e a linguagens próprias da ciência. Por essa razão, a dissertação reforça que metodologias ativas e tecnologias devem ser avaliadas pelo modo como contribuem para a elaboração de conceitos, para a compreensão de fenômenos e para a participação crítica dos estudantes, e não apenas pela novidade, dinamismo ou aparência de modernização da aula.

As dificuldades encontradas no percurso da pesquisa relacionam-se, principalmente, à amplitude do tema e à necessidade de manter coerência entre metodologias ativas, tecnologias educacionais, aprendizagem significativa, políticas curriculares e prática docente em Química. Como se trata de um objeto atravessado por diferentes campos de discussão, houve o desafio de evitar dispersão temática e de impedir que a dissertação se transformasse em um inventário de ferramentas digitais ou em uma defesa abstrata da inovação. Outra dificuldade consistiu em selecionar e organizar a literatura e os documentos de modo compatível com uma pesquisa bibliográfica e documental, sem assumir indevidamente procedimentos típicos de pesquisa de campo. A superação dessas dificuldades ocorreu pela delimitação do objeto, pela organização dos quatro capítulos analíticos e pela construção de categorias capazes de integrar teoria,

política curricular, desafios escolares e proposições pedagógicas.

As limitações da pesquisa também precisam ser reconhecidas. Por sua natureza bibliográfica e documental, o estudo não investigou diretamente a percepção de professores, estudantes, gestores ou coordenadores pedagógicos sobre o uso de metodologias ativas e tecnologias no ensino de Química. Também não realizou observação de aulas, aplicação de intervenção didática, análise de desempenho discente ou comparação entre turmas. Essas limitações não fragilizam o trabalho, pois são coerentes com o desenho metodológico assumido, mas indicam que os resultados devem ser compreendidos como interpretação teórica e documental do objeto, e não como generalização empírica sobre todas as escolas. Assim, a dissertação oferece fundamentos, categorias e proposições, mas não pretende substituir estudos de campo que possam testar, aprofundar ou contextualizar as implicações apresentadas. Como próximos passos da pesquisa, recomenda-se que estudos futuros investiguem experiências concretas de professores de Química que utilizam metodologias ativas e recursos tecnológicos em diferentes contextos escolares, especialmente em redes públicas com condições materiais diversas. Pesquisas empíricas podem analisar como os docentes planejam essas práticas, quais dificuldades enfrentam, como os estudantes respondem às propostas, quais aprendizagens são favorecidas e que formas de avaliação são mais coerentes com processos investigativos e colaborativos. Também se mostra relevante desenvolver estudos comparativos entre escolas com diferentes níveis de infraestrutura tecnológica, bem como pesquisas que acompanhem programas de formação continuada voltados especificamente ao ensino de Química. Tais desdobramentos permitiriam ampliar a compreensão construída nesta dissertação e aproximar ainda mais a análise teórica das práticas escolares concretas.

A contribuição científica da dissertação está na sistematização crítica de um campo de debate que, muitas vezes, aparece fragmentado entre discussões sobre metodologias ativas, tecnologias digitais, aprendizagem significativa e ensino de Química. O trabalho contribui ao demonstrar que esses elementos precisam ser analisados de forma integrada, considerando fundamentos pedagógicos, documentos educacionais, limites estruturais, formação docente e práticas avaliativas. Sua contribuição social reside na defesa de um ensino de Química capaz de favorecer leitura crítica de fenômenos que atravessam a vida cotidiana, como ambiente, saúde, consumo, energia, alimentação, materiais, resíduos e tecnologias. Desse modo, a pesquisa reafirma que a educação científica tem papel importante na formação de sujeitos capazes de interpretar informações, tomar decisões e participar de debates sociais com maior autonomia intelectual.

A contribuição pedagógica da pesquisa consiste em indicar que a melhoria do ensino de Química não depende de substituições simplistas, mas de reconfiguração planejada da prática docente. As metodologias ativas podem contribuir quando estimulam investigação, diálogo, cooperação, resolução de problemas e elaboração conceitual; os recursos tecnológicos podem contribuir quando ampliam visualização, interação, acesso à informação, experimentação simulada e produção colaborativa; a avaliação

pode contribuir quando acompanha processos, identifica dificuldades e orienta novas intervenções. A contribuição prática está nas diretrizes e proposições apresentadas ao longo do quarto capítulo, que podem auxiliar professores, coordenadores, gestores e sistemas de ensino a pensar formas mais responsáveis de integrar inovação pedagógica ao currículo de Química, sem perder de vista as condições reais de trabalho e aprendizagem.

Conclui-se, portanto, que a articulação entre metodologias ativas e recursos tecnológicos no ensino de Química representa uma possibilidade relevante para fortalecer a aprendizagem, desde que seja assumida como projeto pedagógico fundamentado, e não como adesão apressada a tendências educacionais. A dissertação demonstrou que a inovação necessária não é aquela que apenas introduz recursos novos em práticas antigas, mas a que reorganiza a relação entre professor, estudante, conhecimento, currículo e realidade. Ensinar Química com maior sentido formativo exige reconhecer os limites do modelo transmissivo, mobilizar metodologias coerentes, utilizar tecnologias com intencionalidade, formar professores de modo contínuo e garantir condições institucionais para que a escola cumpra sua função educativa. Encerrar este percurso significa reafirmar que a prática docente em Química pode tornar-se mais crítica, significativa e socialmente comprometida quando teoria, política pública, planejamento pedagógico e realidade escolar são articulados em favor da aprendizagem dos estudantes.

REFERÊNCIAS

AULER, Décio. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1, n. especial, p. 1-20, 2007.

AUSUBEL, David P. **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.

BACICH, Lilian; MORAN, José Manuel (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

BACICH, Lilian; TANZI NETO, Adolfo; TREVISANI, Fernando de Mello (org.). **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016. BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2021.

BENDER, William N. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: Penso, 2014.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.

BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. **Flip your classroom: reach every student in every class every day**. Washington: ISTE, 2012.

BONILLA, Maria Helena Silveira. Políticas públicas para inclusão digital nas escolas. *Motrivivência*, Florianópolis, n. 34, p. 40-60, 2010.

BONILLA, Maria Helena Silveira; PRETTO, Nelson de Luca. Política educativa e cultura digital: entre práticas escolares e práticas sociais. *Perspectiva*, Florianópolis, v. 33, n. 2, p. 499-521, 2015.

BRASIL. **Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CP n. 2**, de 20 de dezembro de 2019. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica. Brasília, DF: CNE, 2019.

BRASIL. **Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CP n. 4**, de 29 de maio de 2024. Dispõe sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial em Nível Superior de Profissionais do Magistério da Educação Escolar Básica. Brasília, DF: CNE, 2024.

BRASIL. **Lei n. 14.533**, de 11 de janeiro de 2023. Institui a Política Nacional de Educação Digital. Brasília, DF: Presidência da República, 2023.

BRASIL. **Lei n. 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, DF: MEC, 2002.

CACHAPUZ, Antônio; PRAIA, João; JORGE, Manuela. Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 10, n. 3, p. 363-381, 2004.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2018.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Unijuí, 2000.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, n. 22, p. 89-100, 2003.

CHEVALLARD, Yves. **La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné**. Grenoble: La Pensée Sauvage, 1991.

COLL, César; MONEREO, Carles (org.). **Psicologia da educação virtual**: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. Campinas: Autores Associados, 2015.

DEWEY, John. **Como pensamos**: como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo. São Paulo: Nacional, 1979.

DEWEY, John. **Democracy and education**: an introduction to the philosophy of education. New York: The Macmillan Company, 1916.

DEWEY, John. **Experience and education**. New York: Macmillan, 1938.

DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda Leila Santos; MARTINS, Silvana Neumann. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, Pelotas, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro**: efetividade ou ideologia. São Paulo: Loyola, 2011.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FRÖHLICH, Rosana; MEGGIOLARO, Alessandra. O uso do simulador PhET Colorado no ensino de estequiometria: uma abordagem investigativa. **Revista Triângulo**, Uberaba, v. 14, n. 3, p. 113-122, 2022.

GATTI, Bernardete Angelina. Educação, escola e formação de professores: políticas e impasses. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 50, p. 51-67, 2013.

GATTI, Bernardete Angelina. Formação de professores no Brasil: características e problemas. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 31, n. 113, p. 1355-1379, 2010.

GATTI, Bernardete Angelina. Formação de professores, complexidade e trabalho docente. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 17, n. 53, p. 721-737, 2017.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

GIL-PÉREZ, Daniel; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Formação de professores de Ciências**: tendências e inovações. São Paulo: Cortez, 2011.

HERNÁNDEZ, Fernando. **Transgressão e mudança na educação**: os projetos de trabalho. Porto Alegre: Artmed, 1998.

HODSON, Derek. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

HOFFMANN, Jussara. **Avaliação mediadora**: uma prática em construção da pré-escola à universidade. Porto Alegre: Mediação, 2014.

IMBERNÓN, Francisco. **Formação continuada de professores**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

IMBERNÓN, Francisco. **Formação continuada de professores**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias**: o novo ritmo da informação. 8. ed. Campinas: Papirus, 2012.

KILPATRICK, William Heard. The project method. **Teachers College Record**, New York, v. 19, n. 4, p. 319-335, 1918.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

LEITE, Bruno Silva. Sala de aula invertida: uma análise das contribuições e perspectivas para o ensino de Química. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, número extra, p. 1591-1596, 2017.

LEITE, Bruno Silva. Tecnologias digitais no ensino de Química: uma revisão sistemática. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 45, n. 1, 2023.

LEITE, Bruno Silva. **Tecnologias no ensino de Química**: teoria e prática na formação docente. Curitiba: Appris, 2015.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 1999. LIBÂNEO, José Carlos. Didática. São Paulo: Cortez, 1994.

LIBÂNEO, José Carlos. Diretrizes curriculares da pedagogia: imprecisões teóricas e concepção estreita da formação profissional de educadores. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 27, n. 96, p. 843-876, 2006.

LIBÂNEO, José Carlos. **Organização e gestão da escola**: teoria e prática. 6. ed. São Paulo: Heccus, 2013.

LIBÂNEO, José Carlos; OLIVEIRA, João Ferreira de; TOSCHI, Mirza Seabra. **Educação escolar**: políticas, estrutura e organização. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

LOPES, Alice Casimiro; MACEDO, Elizabeth. **Teorias de currículo**. São Paulo: Cortez, 2011.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem**: componente do ato pedagógico. São Paulo: Cortez, 2011.

MALDANER, Otavio Aloisio. **A formação inicial e continuada de professores de Química**: professores/pesquisadores. 4. ed. Ijuí: Unijuí, 2013.

MANTOAN, Maria Teresa Eglér. **Inclusão escolar**: o que é? por quê? como fazer? São Paulo: Summus, 2015.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento:** pesquisa qualitativa em saúde. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2014.

MORAN, José Manuel. **Educação híbrida:** um conceito-chave para a educação hoje. In: BACICH, Lilian; TANZI NETO, Adolfo; TREVISANI, Fernando de Mello (org.). Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Penso, 2015. p. 27-45.

MORAN, José Manuel. **Metodologias ativas de bolso:** como os alunos podem aprender de forma ativa, simplificada e profunda. São Paulo: Arco 43, 2023.

MORAN, José Manuel. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, Lilian; MORAN, José Manuel (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora:** uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 1-25.

MORAN, José Manuel. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, Carlos Alberto de; MORALES, Ofelia Elisa Torres (org.). **Convergências midiáticas, educação e cidadania:** aproximações jovens. Ponta Grossa: UEPG, 2015. p. 15-33.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa:** a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. **Química para o ensino médio.** São Paulo: Scipione, 2002.

MORTIMER, Eduardo Fleury; SCOTT, Philip. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

NOVAK, Joseph Donald. **Learning, creating, and using knowledge:** concept maps as facilitative tools in schools and corporations. New York: Routledge, 2010.

NOVAK, Joseph Donald; GOWIN, D. **Bob.** Aprender a aprender. Lisboa: Plátano, 1996.

NOVAK, Joseph Donald; GOWIN, D. **Bob.** Learning how to learn. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

NÓVOA, António. Firmar a posição como professor, afirmar a profissão docente. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 47, n. 166, p. 1106-1133, 2017.

NÓVOA, António. **Formação de professores e profissão docente.** In: NÓVOA, António (org.). Os professores e a sua formação. Lisboa: Dom Quixote, 1992. p. 13-33.

NÓVOA, António. **Professores:** imagens do futuro presente. Lisboa: Educa, 2009.

PERRENOUD, Philippe. **Avaliação:** da excelência à regulação das aprendizagens. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PIMENTA, Selma Garrido. **Saberes pedagógicos e atividade docente.** 8. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

- POZO, Juan Ignacio; GÓMEZ CRESPO, Miguel Ángel. **A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- PRETTO, Nelson de Luca. **Uma escola sem/com futuro: educação e multimídia**. Campinas: Papirus, 2013.
- ROJO, Roxane. **Escol@conectada: os multiletramentos e as TICs**. São Paulo: Parábola, 2013.
- SACRISTÁN, José Gimeno. **O currículo: uma reflexão sobre a prática**. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 36, p. 474-492, 2007.
- SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Experimentação no ensino de Química: fundamentos, abordagens e desafios. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 87-94, 2014.
- SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Unijuí, 1997.
- SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.
- SCHNETZLER, Roseli Pacheco. A pesquisa em ensino de Química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, supl. 1, p. 14-24, 2002.
- SELWYN, Neil. **Educação e tecnologia: questões críticas**. In: FERREIRA, Giselle Martins dos Santos; ROSADO, Luiz Alexandre da Silva; CARVALHO, Jaciara de Sá (org.). Educação e tecnologia: abordagens críticas. Rio de Janeiro: SESES, 2017.
- SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 24. ed. São Paulo: Cortez, 2016.
- SHULMAN, Lee. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, Cambridge, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.
- SHULMAN, Lee. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, Washington, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.
- SUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino de Química. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009.
- SUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de Química. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2008.
- TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. 17. ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

VALENTE, José Armando. **A espiral da aprendizagem e as tecnologias da informação e comunicação**. Campinas: Ned/Unicamp, 2005.

VALENTE, José Armando. A sala de aula invertida e a possibilidade do ensino personalizado: uma experiência com a graduação em midialogia. In: BACICH, Lilian; MORAN, José Manuel (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 26-44.

VALENTE, José Armando. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 4, p. 79-97, 2014.

VEIGA, Ilma Passos Alencastro. **Projeto político-pedagógico da escola**: uma construção possível. Campinas: Papirus, 2013.

VYGOTSKI, Lev Semionovitch. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

REALIZAÇÃO:

Aurum
EDITORA

CNPJ: 589029480001-12
contato@aurumeditora.com
(41) 98792-9544
Curitiba - Paraná
www.aurumeditora.com