

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos
Programa de Pós-Graduação em Química



TESE

**A DINÂMICA DOS SABERES DOCENTES: CONSTRUINDO O
CONHECIMENTO DIDÁTICO DO CONTEÚDO NO ENSINO DE QUÍMICA**

Camila Litchina Brasil

PELOTAS-RS

2025

CAMILA LITCHINA BRASIL

**A DINÂMICA DOS SABERES DOCENTES: CONSTRUINDO O
CONHECIMENTO DIDÁTICO DO CONTEÚDO NO ENSINO DE QUÍMICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química, no Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Química.

Orientador: Prof. Dr. Bruno S. Pastoriza

Coorientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Guadagnini

PELOTAS-RS

2025

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação da Publicação

B823d Brasil, Camila Litchina

A dinâmica dos saberes docentes [recurso eletrônico] : construindo o conhecimento didático do conteúdo no ensino de Química / Camila Litchina Brasil ; Bruno dos Santos Pastoriza, orientador ; Paulo Henrique Guadagnini, coorientador. — Pelotas, 2025.
201 f.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Química, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, 2025.

1. Conhecimento didático do conteúdo. 2. Formação de professores. 3. Ensino de Química. 4. Emoções na docência. 5. Tecnologias digitais na Educação. I. Pastoriza, Bruno dos Santos, orient. II. Guadagnini, Paulo Henrique, coorient. III. Título.


CDD 540.7

Elaborada por Ubirajara Buddin Cruz CRB: 10/901


Camila Litchina Brasil

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química, no Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Química.


Data da defesa: 16/06/2025

Documento assinado digitalmente
 BRUNO DOS SANTOS PASTORIZA
Data: 20/08/2025 17:04:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


.....
Prof. Dr. Bruno dos Santos Pastoriza (Orientador)
Doutor em Educação em Ciências Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Documento assinado digitalmente
 PAULO HENRIQUE GUADAGNINI
Data: 19/08/2025 20:33:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


.....
Prof. Dr. Paulo Henrique Guadagnini (Coorientador)
Doutor em Química com especialidade em Físico-Química pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Documento assinado digitalmente
 MARCIO MARQUES MARTINS
Data: 19/08/2025 20:40:21-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

.....
Prof. Dr. Márcio Marques Martins
Doutor em Química Teórica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Documento assinado digitalmente
 ALESSANDRO CURY SOARES
Data: 19/08/2025 20:59:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

.....
Prof. Dr. Alessandro Cury
Doutor em Educação em Ciências: Química da vida e saúde (UFRGS- FURG- UFSM) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Documento assinado digitalmente
 BRUNA ADRIANE FARY HIDAI
Data: 20/08/2025 10:56:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

.....
Profª. Dra. Bruna Fary
Doutora em Ensino de Ciências e Educação Matemática pelo Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, PECEM - da Universidade Estadual de Londrina (UEL).

AGRADECIMENTOS

Finalizar esta tese representa muito mais do que a conclusão de uma etapa acadêmica. É a concretização de um sonho construído com esforço, persistência e renúncias. Olhar para trás e perceber tudo o que foi vivido até aqui me emociona profundamente, pois não foi uma caminhada fácil. No entanto, mesmo diante dos inúmeros desafios, mantive a fé, a esperança e a certeza de que seria possível conciliar a busca pela qualificação profissional com o amor incondicional à minha família, que sempre estará acima de tudo na minha vida.

Agradeço a Deus e à Nossa Senhora, por sustentarem minha fé nos momentos em que me senti mais frágil. Foram inúmeras as vezes em que encontrei neles a serenidade para tomar decisões difíceis e a paz necessária para seguir em frente. Essa espiritualidade me acompanhou em cada passo e me deu coragem nos dias em que tudo parecia distante.

À minha família, deixo minha gratidão mais profunda e emocionada. Aos meus pais, que sempre acreditaram em mim e caminharam ao meu lado desde o início. A vocês, que tanto me ensinaram sobre responsabilidade, dedicação e amor, devo esta conquista. Um agradecimento especial à minha mãe, mulher incansável, que viajou tantas vezes comigo entre Bagé e Pelotas durante o mestrado, para que eu pudesse assistir às aulas e voltar a tempo de trabalhar. Sua presença e suporte diário me ajudam a enfrentar toda e qualquer situação. Em nenhum momento deixou que eu pensasse em desistir e isso, por si só, já me transformou para sempre. Ao meu pai, que com sua tranquilidade e sabedoria, sempre me ofereceu segurança e confiança para seguir com meus sonhos.

Ao meu marido, Tiago, agradeço pelo apoio racional que me ajudou a organizar ideias, ponderar decisões e seguir com lucidez mesmo nos momentos mais difíceis. E, ao mesmo tempo, foi meu suporte emocional, oferecendo escuta, acolhimento e amor nos dias em que eu mais precisei.

À minha filha Marina, que já esteve comigo desde antes de nascer, dedico com todo meu amor esta conquista. Quando fui aprovada no processo seletivo do doutorado, ainda não estava grávida, mas durante toda a gestação me acompanhou nas aulas, nas leituras e nas avaliações. Desde o seu nascimento, tem sido minha maior fonte de inspiração. Ela me mostra diariamente o quanto sou capaz, o quanto posso ser forte,

persistente e sensível ao mesmo tempo. É por ela que busco ser um ser humano em constante transformação.

Aos alunos, que ao longo dos 16 anos de docência, me incentivaram, mesmo que de forma silenciosa, a ser uma profissional mais atualizada e comprometida às necessidades de cada nova geração. A presença deles em minha vida reafirma a importância de estar em constante aprendizado, com humildade e paixão pelo que faço.

Agradeço ao professor Bruno dos Santos Pastoriza, meu orientador neste doutorado. Mesmo à distância, e apesar dos desafios que enfrentamos ao longo do processo, conseguimos juntos chegar até aqui e concluir este trabalho.

Ao professor Paulo Guadagnini, que foi meu orientador no mestrado, deixo um agradecimento especial. Sua generosidade e apoio foram fundamentais para que eu conseguisse finalizar esta etapa. Nos momentos mais difíceis, a presença acolhedora e a confiança em mim me impulsionaram a continuar. Muito obrigada por estar ao meu lado, mesmo quando não era mais sua obrigação fazê-lo.

Também sou grata às pessoas que surgiram inesperadamente ao longo dessa jornada e que, com gestos de ajuda, escuta e colaboração, contribuíram de forma essencial para que eu pudesse avançar, superar etapas e, enfim, concluir este trabalho. Muitas vezes, foi no inesperado que encontrei apoio verdadeiro.

Aos amigos que estiveram por perto nos momentos difíceis e nas pequenas celebrações do caminho, meu sincero muito obrigada. Com eles compartilhei desabafos, choros e risadas que tornaram os desafios mais suportáveis.

Encerrando esta etapa, levo comigo as pessoas, os gestos e as experiências que tornaram este percurso inesquecível.

RESUMO

Esta pesquisa investigou como se constitui o Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) na prática de professores de Química da Educação Básica e do Ensino Superior, considerando suas dimensões afetiva, epistêmica, institucional e tecnológica. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com oito docentes atuantes em diferentes instituições públicas e privadas no município de Bagé-RS, com experiências entre 5 e 30 anos de docência. A abordagem adotada foi qualitativa, com base na Análise Textual Discursiva (ATD), permitindo a identificação de sentidos atribuídos à prática pedagógica e aos saberes docentes mobilizados no cotidiano escolar e universitário. O referencial teórico baseia-se em autores como Shulman, Tardif, Gauthier, Pimenta, Pastoriza, Mishra e Koehler, entre outros, e está estruturado em três eixos principais: o conceito de CDC, a dimensão emocional da docência e os impactos das tecnologias digitais emergentes, especialmente da inteligência artificial, no ensino de Química. A análise revelou que o CDC é construído de forma dinâmica, ética e situada, integrando escuta ativa, vínculos afetivos, criatividade didática e criticidade no uso de tecnologias. Emergiram categorias como a transposição didática mediada por analogias, a inovação pedagógica diante da precariedade institucional, a diversificação de linguagens e a apropriação consciente das ferramentas digitais. Os professores participantes demonstraram compreender o ato de ensinar como um compromisso ético, afetivo e político com o direito à aprendizagem. Conclui-se que o CDC não pode ser reduzido a um conjunto de técnicas universais, devendo ser cultivado como um saber reflexivo e situado. Entre as contribuições da pesquisa, destaca-se a importância de dispositivos formativos que articulem conhecimento científico, escuta sensível, afetividade, análise crítica das tecnologias e valorização dos saberes da experiência. Como limitação, aponta-se o recorte disciplinar e geográfico da amostra. Sugere-se, para pesquisas futuras, o aprofundamento das relações entre CDC, TPACK e inteligência artificial, bem como o estudo de práticas docentes inclusivas em contextos educacionais marcados por desigualdades.

Palavras-chave: Conhecimento Didático do Conteúdo; Formação de Professores; Ensino de Química; Emoções na Docência; Tecnologias Digitais na Educação.

ABSTRACT

This study investigated how Pedagogical Content Knowledge (PCK) is constituted in the practice of Chemistry teachers in both Basic and Higher Education, considering its affective, epistemic, institutional, and technological dimensions. Semi-structured interviews were conducted with eight teachers working in public and private institutions in the city of Bagé-RS, with teaching experience ranging from 5 to 30 years. A qualitative approach was adopted, using Discursive Textual Analysis (DTA), which enabled the identification of meanings attributed to pedagogical practice and to the professional knowledge mobilized in daily educational contexts. The theoretical framework is grounded in authors such as Shulman, Tardif, Gauthier, Pimenta, Pastoriza, Mishra, and Koehler, and is structured around three main axes: the concept of PCK, the emotional dimension of teaching, and the impact of emerging digital technologies—especially artificial intelligence—on Chemistry education. The analysis revealed that PCK is constructed in a dynamic, ethical, and situated way, integrating active listening, affective bonds, didactic creativity, and critical use of technology. Emerging categories included didactic transposition through analogies, pedagogical innovation amidst institutional precarity, diversification of teaching languages, and conscious appropriation of digital tools. The participating teachers demonstrated an understanding of teaching as an ethical, affective, and political commitment to the right to learn. The study concludes that PCK cannot be reduced to a set of universal techniques; instead, it must be cultivated as reflective and situated knowledge. Among the contributions of the research is the emphasis on formative processes that integrate scientific knowledge, sensitive listening, affectivity, critical analysis of technology, and the appreciation of experiential knowledge. As a limitation, the study highlights its disciplinary and geographical scope. Future research should further explore the relationships between PCK, TPACK, and artificial intelligence, as well as investigate inclusive teaching practices in educational contexts marked by inequality.

Keywords: Pedagogical Content Knowledge; Teacher Education; Chemistry Teaching; Emotions in Teaching; Digital Technologies in Education.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA	13
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA E DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	20
1.3 OBJETIVOS	22
1.3.1 Objetivo Geral.....	22
1.3.2 Objetivos Específicos	22
1.4 JUSTIFICATIVA	23
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	28
2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS: SABERES DOCENTES, EMOÇÕES E TECNOLOGIAS NO ENSINO DE QUÍMICA	29
2.1 O CDC COMO CATEGORIA PRINCIPAL DOS SABERES DOCENTES	29
2.1.1 Origem do conceito: de PCK (Shulman) a CDC (contexto ibero-americano)	30
2.1.2 As quatro dimensões do CDC: disciplinar, metadisciplinar, psicopedagógica e contextual	37
2.1.3 Relação entre CK, PCK e CDC no Raciocínio Pedagógico.....	41
2.1.4 CDC como ferramenta de análise e ação na prática docente em Química.....	44
2.2 INTELIGÊNCIA EMOCIONAL NO ENSINO DE QUÍMICA: EMOÇÃO COMO SABER DOCENTE.....	46
2.2.1 Conceito de Inteligência Emocional	48
2.2.2 Emoções no fazer docente: empatia, autorregulação, motivação.....	50
2.2.3 Relação entre IE e CDC: como a IE influencia decisões pedagógicas, vínculos afetivos e engajamento discente.....	52
2.2.4 IE como dimensão afetiva da docência e pilar da formação humanizada.....	54
2.3 TECNOLOGIAS DIGITAIS EMERGENTES E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: DESAFIOS E POSSIBILIDADES NO CDC	56
2.3.1 Articulação com TPACK como suporte à compreensão do CDC tecnológico	59

2.3.2 Uso de IA na personalização da aprendizagem, simulações e ensino adaptativo	60
3 METODOLOGIA	65
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	65
3.1.1 Quanto aos Objetivos.....	65
3.1.2 Quanto à Abordagem	65
3.1.3 Procedimento Técnico	66
3.2 O CONTEXTO DA PESQUISA E OS SUJEITOS PARTICIPANTES	69
3.3 INSTRUMENTOS E COLETA DE DADOS	71
3.4 ANÁLISE DE DADOS	72
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
4.1 UNITARIZAÇÃO	75
4.1.1 Unidades Relacionadas ao CDC	76
4.1.2 Unidades Relacionadas às Competências Emocionais Docentes	84
4.1.3 Unidades Relacionadas ao Uso de Tecnologias Digitais e IA.....	86
4.2. CATEGORIZAÇÃO EMERGENTE	89
4.2.1 CDC.....	91
4.2.2 Competências Emocionais Docentes	93
4.2.3 Tecnologias Digitais e Inteligência Artificial.....	95
4.3 CONSTRUÇÃO DO METATEXTO	105
4.3.1 Singularidade dos Saberes Docentes	105
4.3.2 O CDC como Práxis Contextual.....	107
4.3.3 Mediação Tecnológica e Responsividade	109
4.3.4 A Dimensão Afetiva como Estrutura do Ensino	110
4.3.5 Contribuições para a Formação Docente	112
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	116
REFERÊNCIAS.....	123

APÊNDICES	134
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA	134
APÊNDICE B – ARTIGO: O CONHECIMENTO DIDÁTICO DO CONTEÚDO: ANÁLISE DAS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	136
APÊNDICE C – ARTIGO: O CONHECIMENTO DIDÁTICO DO CONTEÚDO: PERSPECTIVAS E DESAFIOS PARA A FORMAÇÃO DOCENTE PEDAGOGICAL	177

1 INTRODUÇÃO

O ato de ensinar ultrapassa a mera transmissão de conteúdos: trata-se de um processo dinâmico, situado e relacional, que exige do professor competências múltiplas para lidar com as complexidades da sala de aula contemporânea. No ensino de Química, essas exigências se tornam ainda mais desafiadoras, uma vez que a disciplina envolve conceitos abstratos, linguagem própria e estruturas simbólicas que muitas vezes dificultam a compreensão por parte dos estudantes. Tais dificuldades, somadas às transformações tecnológicas, às demandas emocionais e às desigualdades estruturais das instituições educacionais, tornam imprescindível uma análise profunda sobre os saberes que fundamentam a prática docente.

Neste cenário, a presente pesquisa propõe-se a investigar os modos como professores de Química da Educação Básica e do Ensino Superior constroem e mobilizam o Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) em suas práticas pedagógicas. Entende-se que esse conhecimento não é apenas técnico ou disciplinar, mas envolve dimensões afetivas, contextuais e tecnológicas, especialmente diante das inovações trazidas pela IA e das exigências emocionais implicadas na mediação da aprendizagem.

A investigação parte do pressuposto de que o CDC é um saber profissional complexo, que se manifesta nas escolhas didáticas, na forma como o professor interpreta os desafios do ensino e na sua capacidade de estabelecer vínculos com os alunos. Ao considerar também as competências emocionais e o uso intencional de tecnologias digitais, esta pesquisa adota uma abordagem integradora, capaz de revelar como esses elementos interagem no cotidiano da prática docente e contribuem para a construção de uma educação mais significativa, crítica e humanizadora.

A seguir, apresentam-se os fundamentos teóricos, o problema de pesquisa, os objetivos, a justificativa e a estrutura geral do trabalho, compondo o percurso investigativo desta tese.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

O ensino de Química no contexto da Educação brasileira apresenta-se como um campo complexo e desafiador. Essa complexidade não se restringe ao conteúdo disciplinar, mas se estende às dificuldades de aprendizagem enfrentadas pelos estudantes, à fragmentação curricular, à desvalorização da área das Ciências Naturais e à persistência de modelos pedagógicos tradicionais, centrados na transmissão unidirecional de informações. A Química, frequentemente percebida como uma disciplina abstrata, distante da realidade dos alunos e baseada em memorização de fórmulas, carece de abordagens didáticas que favoreçam a construção ativa do conhecimento, a contextualização dos conceitos e o engajamento dos estudantes.

Nesse cenário, observa-se uma disparidade entre o conhecimento científico produzido na academia e sua transposição para o ambiente escolar, o que exige uma reflexão profunda sobre a formação e a prática docente. Ensinar Química vai além de dominar o conteúdo disciplinar: requer que o professor desenvolva competências pedagógicas que possibilitem transformar os saberes científicos em experiências de aprendizagem significativas. Para tanto, é necessário que ele compreenda os processos cognitivos e emocionais dos estudantes, conheça seu contexto sociocultural e seja capaz de selecionar estratégias didáticas adequadas às especificidades da turma.

A escolha da Química como eixo central desta pesquisa não é circunstancial. Trata-se de uma disciplina que, pelas suas especificidades, linguagem simbólica, abstração conceitual, múltiplas representações e distanciamento do cotidiano dos estudantes, exige do professor uma profunda articulação entre conhecimento disciplinar, didático, emocional e tecnológico. A pesquisa parte da premissa de que os desafios do ensino de Química tornam particularmente visível o processo de construção do CDC. Assim, a Química funciona aqui como campo de análise privilegiado, no qual se observa como os saberes docentes são mobilizados e transformados em práticas pedagógicas contextualizadas, reflexivas e sensíveis aos desafios contemporâneos da educação científica.

Além disso, o avanço das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e a incorporação de recursos educacionais baseados em IA têm provocado mudanças profundas nos modos de ensinar e aprender (Ejaz *et al.*, 2022; Juma, 2021; Kazanidis;

Pellas; Christopoulos, 2021). O uso dessas tecnologias no ensino de Química amplia as possibilidades de mediação didática, permitindo simulações, visualizações moleculares e experimentações virtuais. No entanto, a presença dessas ferramentas, por si só, não garante eficácia pedagógica. É preciso que o professor possua conhecimentos que articulem conteúdo, didática e tecnologia de forma integrada e intencional.

Compreender como os professores de Química desenvolvem esse saber complexo que envolve a seleção dos conteúdos, o planejamento das aulas, a mediação das aprendizagens e o uso crítico da tecnologia é um desafio atual e urgente. Nesse contexto, o CDC surge como uma lente teórica potente para analisar a prática docente. Ele possibilita compreender como o professor transforma o conhecimento científico em conhecimento escolar, considerando os aspectos conceituais, metodológicos, afetivos e tecnológicos que atravessam sua atuação (Frozza; Pastoriza, 2018).

O conceito de CDC foi inicialmente formulado a partir de Lee Shulman (1987, 1986, 2005, 2014) com a necessidade de reconhecer que o saber docente vai além da mera soma de conhecimento disciplinar e pedagógico. Segundo o autor, o CDC representa um tipo específico de saber profissional que integra o que ensinar (conteúdo) e o como ensinar (didática), considerando o contexto específico da sala de aula e as características dos alunos. Trata-se, portanto, de um conhecimento situado, construído na prática e voltado à transformação do conhecimento científico em formas acessíveis e compreensíveis para os estudantes.

Na perspectiva de Shulman(2014), ensinar exige uma síntese entre diversos tipos de conhecimento: conhecimento do conteúdo, do currículo, dos alunos, das estratégias didáticas e dos objetivos educacionais. Essa articulação é o que caracteriza o CDC como uma categoria central para entender a prática docente, pois permite analisar como o professor toma decisões sobre o ensino, seleciona abordagens, organiza a exposição de conceitos e responde às dificuldades de aprendizagem.

No campo específico do ensino de Química, o CDC torna-se ainda mais relevante. Isso porque a disciplina envolve conteúdos altamente abstratos, simbólicos e complexos, que exigem não apenas compreensão conceitual por parte do professor, mas também sensibilidade para mediar essas informações de forma significativa. Professores que desenvolvem um CDC são capazes de identificar os obstáculos epistemológicos enfrentados pelos estudantes, de propor analogias e recursos visuais apropriados, de

explorar o cotidiano como ponto de partida para a aprendizagem e de mobilizar diferentes linguagens (matemática, verbal, simbólica e experimental) de forma integrada.

No campo específico do ensino de Química, o CDC torna-se ainda mais relevante. Isso porque a disciplina envolve conteúdos altamente abstratos, simbólicos e complexos, que exigem não apenas compreensão conceitual por parte do professor, mas também sensibilidade para mediar essas informações de forma significativa. Professores que desenvolvem um CDC são capazes de identificar os obstáculos epistemológicos enfrentados pelos estudantes, de propor analogias e recursos visuais apropriados, de explorar o cotidiano como ponto de partida para a aprendizagem e de mobilizar diferentes linguagens (matemática, verbal, simbólica e experimental) de forma integrada.

Nesse sentido, Duval (2003) destaca que a aprendizagem em Ciências depende da capacidade de transitar entre diferentes registros de representação semiótica, como os linguísticos, gráficos, simbólicos e algébricos. Essa transposição entre registros, que muitas vezes é invisibilizada nas práticas pedagógicas, demanda do professor um trabalho didático refinado para que os estudantes possam interpretar e ressignificar o conteúdo em múltiplas formas.

A atuação docente, nesse contexto, exige não apenas domínio do conteúdo químico, mas também habilidades tecnológicas e pedagógicas para selecionar, adaptar e articular recursos que favoreçam essa mediação. O modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge), proposto por Mishra e Koehler (2006), contribui para compreender essa complexidade, ao enfatizar que o conhecimento profissional do professor envolve a integração dinâmica entre o conteúdo disciplinar, os saberes pedagógicos e os recursos tecnológicos. No ensino de Química, essa integração se traduz na capacidade de, por exemplo, utilizar simuladores, vídeos e softwares educativos como instrumentos para trabalhar representações moleculares, reações químicas ou estruturas atômicas, facilitando o deslocamento entre os registros e potencializando a aprendizagem conceitual dos estudantes.

Pesquisas recentes reforçam a ideia de que o CDC é um conhecimento em ação, que se manifesta na forma como o professor percebe, interpreta e responde às situações didáticas em sala de aula (Rufino *et al.*, 2023; Seidel *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2024). Além disso, o CDC também dialoga com aspectos éticos, sociais e afetivos do ensino. Nesse sentido, ele não pode ser compreendido como um conhecimento neutro ou puramente

técnico. Ao contrário, sua constituição está profundamente vinculada às experiências vividas pelos professores, às suas crenças, valores e compreensões sobre o papel da educação. Essa perspectiva amplia a noção de competência docente, incluindo elementos como a empatia, a escuta sensível e a mediação afetiva como dimensões constitutivas do CDC.

Portanto, compreender o desenvolvimento do CDC entre professores de Química significa investigar os saberes que fundamentam suas escolhas pedagógicas, as estratégias que utilizam para tornar o conteúdo lúdico, e os modos como constroem sentidos para o ato de ensinar. Trata-se de um processo que envolve não apenas aspectos técnicos, mas também subjetivos, relacionais e contextuais que, por isso, requer uma abordagem investigativa ampla, crítica e sensível às múltiplas dimensões da docência.

Para além do domínio do conteúdo e da competência didática, o exercício da docência implica habilidades emocionais que possibilitam ao professor estabelecer vínculos, mediar conflitos, acolher as diferenças e criar ambientes propícios à aprendizagem. Essas habilidades compõem o que se denomina Inteligência Emocional (IE), conceito inicialmente desenvolvido por Salovey e Mayer (1990) e popularizado por Goleman (1996). No contexto educacional, a IE tem se mostrado um fator determinante para a qualidade das relações interpessoais na escola, influenciando diretamente o engajamento dos estudantes e a eficácia das práticas pedagógicas.

A IE é composta por cinco competências essenciais: o autoconhecimento emocional, o autocontrole, a automotivação, a empatia e a habilidade para gerenciar relacionamentos. Professores que desenvolvem essas competências demonstram maior capacidade de lidar com situações de estresse em sala de aula, responder com sensibilidade às necessidades dos alunos e favorecer interações mais positivas e construtivas. Em disciplinas tradicionalmente percebidas como difíceis, como a Química, a presença de um professor emocionalmente inteligente pode representar um diferencial significativo para o sucesso da aprendizagem.

Diversos estudos têm apontado que a dimensão emocional do ensino ainda é subestimada na formação de professores (Bardach; Klassen; Perry, 2022; Belém, 2022; Campos, 2022; Eastwick; Finkel; Simpson, 2019; Fonseca, 2019; Massagli; Lopes; Sousa, 2021; Mousinho, 2017). Entretanto, o trabalho docente é, por natureza, relacional. A interação constante com os alunos, a gestão da diversidade em sala de aula e a mediação

de situações de conflito ou desmotivação exigem do professor uma atenção contínua aos aspectos afetivos do processo educacional. Ignorar essa dimensão resulta em abordagens reducionistas e técnicas do ensino, que desconsideram a complexidade da prática docente.

Quando integrada ao CDC, a Inteligência Emocional contribui para que o professor não apenas compreenda o conteúdo e saiba ensiná-lo, mas também perceba como os estudantes se sentem em relação ao que estão aprendendo, quais são suas inseguranças e como mobilizar estratégias que promovam pertencimento, motivação e autoestima acadêmica. Assim, o CDC deixa de ser apenas um saber técnico e passa a incorporar aspectos humanos e subjetivos, potencializando sua eficácia e relevância.

No caso do ensino de Química, a IE pode desempenhar papel fundamental na mediação de conceitos complexos, na superação do medo da disciplina e na criação de um ambiente onde o erro não seja motivo de vergonha, mas parte do processo de aprendizagem. Professores que escutam seus alunos, validam suas dúvidas e reconhecem seus avanços criam uma cultura de confiança que favorece o engajamento cognitivo e o desenvolvimento de competências científicas.

Nesse sentido, o presente estudo considera que as competências emocionais docentes, enquanto parte da constituição do CDC, não são acessórios, mas elementos estruturantes da prática pedagógica. Investigá-las é fundamental para compreender de que forma os professores constroem significados para o ato de ensinar, como se posicionam diante das dificuldades de seus alunos e como estabelecem vínculos pedagógicos que favoreçam a aprendizagem em ambientes tecnologicamente mediados.

A incorporação de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no contexto educacional tem provocado transformações significativas nos modos de ensinar e aprender. Mais recentemente, com os avanços da Inteligência Artificial (IA), abre-se um novo campo de possibilidades para o ensino de Química, uma disciplina que se caracteriza pela abstração conceitual e pela necessidade de múltiplas representações para a construção do conhecimento. No entanto, essa inserção tecnológica requer reflexão crítica: sua eficácia pedagógica está diretamente relacionada à forma como é integrada ao planejamento didático e aos saberes docentes, especialmente ao CDC.

No ensino de Química, ferramentas digitais como simuladores virtuais, animações interativas, realidade aumentada e laboratórios remotos já vinham sendo utilizadas com o objetivo de facilitar a visualização de fenômenos invisíveis a olho nu, como estruturas

atômicas, reações químicas e transformações moleculares. Com a chegada da IA, novas soluções passaram a ser desenvolvidas, como plataformas adaptativas que personalizam o ritmo de aprendizagem, tutores inteligentes que oferecem feedback imediato e sistemas de análise preditiva que identificam padrões de desempenho.

No entanto, embora essas tecnologias contribuam para tornar o ensino mais acessível e dinâmico, é necessário reconhecer que a representação de conteúdos altamente abstratos, como o mundo atômico e molecular, ainda enfrenta desafios importantes. As ferramentas baseadas em IA, por exemplo, não estão plenamente especializadas para captar as especificidades da linguagem química, o que pode levar a simplificações ou distorções conceituais. Isso exige do professor um papel ativo de mediação crítica, interpretando e adaptando o uso desses recursos com base em seu conhecimento pedagógico e científico.

Essa necessidade de articulação entre o conteúdo químico, os recursos tecnológicos e as estratégias de ensino reforçam a pertinência do modelo TPACK que evidencia a importância de o professor integrar saberes distintos para promover aprendizagens significativas. Assim, a escolha e o uso das tecnologias digitais devem ser orientados não apenas pela inovação, mas pela intencionalidade pedagógica e pela precisão conceitual, assegurando que a mediação tecnológica sirva ao aprofundamento da compreensão científica (Baralt *et al.*, 2022; Baumgart; Mamlouk, 2022; Chatterjee; Bhattacharjee, 2020; Chinonso; Theresa; Aduke, 2023; Crompton; Burke, 2023).

Na tese, a Inteligência Artificial foi abordada como uma das tecnologias digitais emergentes que vêm impactando diretamente o desenvolvimento do Conhecimento Didático do Conteúdo no ensino de Química. A investigação não se limitou a apresentar ferramentas, mas procurou compreender como a IA tem sido integrada à prática pedagógica e de que forma ela influencia o planejamento das aulas, a mediação do conhecimento e o engajamento dos estudantes.

A IA foi discutida a partir de três perspectivas principais. A primeira está relacionada à personalização da aprendizagem, com o uso de plataformas que adaptam os conteúdos ao ritmo dos alunos. A segunda envolve a utilização de recursos que favorecem a visualização de conceitos químicos complexos, como simulações moleculares e tutores inteligentes. A terceira perspectiva diz respeito à automação de feedbacks e à análise

preditiva, que auxiliam o professor na tomada de decisões pedagógicas com base no desempenho discente.

Durante a análise dos dados, os relatos dos professores participantes mostraram tanto o interesse pela IA como apoio didático quanto a preocupação com seus limites. Houve reconhecimento do potencial da tecnologia, mas também alertas sobre sua utilização acrítica ou descontextualizada.

Em relação aos malefícios ou limitações da IA no ensino de Química, a tese identificou algumas tensões importantes. Uma delas é o risco de desumanização da relação pedagógica, já que o uso excessivo de recursos automatizados pode comprometer os vínculos afetivos entre professor e estudante. Outra limitação é a simplificação excessiva dos conteúdos, pois alguns sistemas reduzem a complexidade dos conceitos químicos a respostas prontas ou superficiais.

Além disso, a dependência tecnológica pode enfraquecer a autonomia do professor, tornando-o apenas um executor de estratégias definidas por algoritmos. Também é preciso considerar o reforço das desigualdades educacionais, pois escolas com menos recursos e professores com menor familiaridade tecnológica enfrentam dificuldades para incorporar a IA de forma crítica e eficaz. Por fim, há a preocupação com a opacidade dos algoritmos, já que muitos sistemas operam de forma pouco transparente, o que dificulta o controle sobre os critérios usados na mediação da aprendizagem.

Diante desses aspectos, a tese defende que a incorporação da IA no ensino de Química precisa ser acompanhada por uma formação docente sólida, que contemple não apenas o domínio técnico da ferramenta, mas principalmente o desenvolvimento de uma postura crítica, sensível e ética frente às transformações digitais. A IA não substitui o professor, mas pode ser integrada de forma significativa quando articulada ao conhecimento didático, ao contexto escolar e às dimensões emocionais da prática pedagógica.

Essas tecnologias, no entanto, não substituem o papel do professor. Pelo contrário, exigem dele novas competências, entre elas o desenvolvimento do Conhecimento Tecnológico (CT) e a capacidade de articular tecnologia, pedagogia e conteúdo de forma intencional, como propõe o modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge). Embora o TPACK ofereça uma estrutura útil para compreender essas

interações, esta pesquisa mantém o foco no CDC como núcleo articulador da prática docente, considerando o TPACK como instrumento de apoio para análise da integração tecnológica na sala de aula (Lemke; Pansera-de-Araujo, 2023; Ribeiro; Piedade, 2021).

A presença da IA, como parte das tecnologias emergentes, no ambiente escolar desafia o professor a redesenhar suas estratégias pedagógicas, a refletir sobre os critérios de escolha e uso das ferramentas e a garantir que a tecnologia não seja um fim em si mesma, mas um meio para promover aprendizagem significativa. Além disso, o uso de tecnologias digitais precisa ser pensado à luz da realidade das escolas brasileiras, que enfrentam desigualdades de acesso, limitações estruturais e resistência à inovação. Essa realidade exige que a formação docente inclua, além do domínio técnico das ferramentas, a capacidade crítica de avaliar sua pertinência, eficácia e impacto pedagógico (Azambuja; Silva, 2024).

Outro aspecto fundamental a considerar é o modo como o uso de tecnologias digitais se relaciona com as dimensões afetivas da prática docente. Em uma sociedade marcada por dispersão, hiperconectividade e desafios à atenção sustentada, o simples uso de recursos digitais não garante o engajamento dos estudantes. É necessário que o professor seja capaz de integrar essas ferramentas a um projeto pedagógico mais amplo, que leve em conta as emoções, os vínculos e o bem-estar dos alunos dimensões diretamente relacionadas à Inteligência Emocional e ao fortalecimento do CDC.

Assim, o uso pedagógico da IA no ensino de Química deve ser pensado em articulação com o CDC e com as competências emocionais do professor. Essa articulação favorece não apenas a inovação tecnológica, mas também a construção de ambientes de aprendizagem mais inclusivos, motivadores e responsivos às necessidades reais dos estudantes. Trata-se, portanto, de compreender a tecnologia não apenas como ferramenta, mas como parte de um ecossistema didático mais amplo, no qual o professor continua sendo o mediador central da aprendizagem.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA E DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

A partir da articulação entre o CDC, as competências emocionais docentes e o uso intencional de tecnologias digitais emergentes, com destaque para a IA, este estudo busca

compreender como esses elementos interagem e influenciam a prática pedagógica de professores de Química atuantes tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior.

Embora a literatura sobre CDC venha crescendo, ainda são escassas as pesquisas que analisam, de forma integrada, os impactos das emoções docentes e das tecnologias emergentes na formação e no exercício da docência em diferentes níveis de ensino. A pesquisa parte, portanto, da seguinte questão-problema:

A formulação do problema de pesquisa emergiu de um percurso formativo e profissional em que diferentes inquietações foram se entrelaçando. Ao longo de mais de 14 anos de atuação no ensino de Química na Educação Básica e na formação docente no Ensino Superior, tornou-se evidente que as dificuldades enfrentadas pelos professores não se restringem ao domínio do conteúdo, mas envolvem dimensões emocionais e tecnológicas cada vez mais complexas. A vivência em sala de aula, aliada ao aprofundamento teórico durante o mestrado e doutorado, revelou que o Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) é um saber em constante construção, profundamente afetado pelas experiências vividas, pelos contextos institucionais e pelas mediações tecnológicas.

A pandemia da COVID-19 e a transição para o ensino remoto intensificaram esses desafios, evidenciando lacunas na formação docente em relação às competências emocionais e ao uso crítico das tecnologias digitais. Além disso, a inserção de recursos baseados em inteligência artificial em contextos educacionais trouxe novas camadas de complexidade, exigindo do professor não apenas domínio técnico, mas discernimento ético e sensibilidade pedagógica. Diante desse cenário, tornou-se necessário investigar como essas três dimensões: CDC, emoções e tecnologias se articulam na prática docente, especialmente no ensino de Química, onde o desafio de tornar o conteúdo compreensível e significativo é ainda mais evidente.

Como o desenvolvimento do CDC entre professores de Química da Educação Básica e do Ensino Superior é influenciado pelas competências emocionais docentes e pelo uso intencional de tecnologias digitais emergentes, com ênfase na Inteligência Artificial?

Para responder a essa questão, a investigação se debruça sobre as práticas e concepções de professores de Química que atuam em escolas públicas e instituições de

ensino superior no município de Bagé–RS, buscando compreender como o CDC se manifesta em diferentes contextos institucionais, formativos e pedagógicos.

A delimitação empírica da pesquisa abrange docentes de diversas redes (municipal, estadual, federal e privada), de modo a permitir uma análise comparativa entre os desafios enfrentados por professores da Educação Básica e do Ensino Superior. A diversidade de contextos possibilita observar como fatores institucionais, recursos tecnológicos disponíveis, trajetórias formativas e características das turmas impactam as escolhas didáticas e o uso de tecnologias educacionais.

Ao focar nas manifestações práticas do CDC em contextos reais de ensino tanto no ensino médio quanto no superior —, este estudo busca aprofundar o entendimento sobre:

- As concepções dos docentes sobre ensino e aprendizagem em Química;
- As estratégias utilizadas para integrar tecnologia, afeto e conteúdo;
- Os saberes profissionais mobilizados na construção de uma prática pedagógica eficaz e humanizada.

Dessa forma, a pesquisa visa contribuir com a formação inicial e continuada de professores de Química, oferecendo subsídios para o desenvolvimento de um ensino mais alinhado aos desafios contemporâneos da educação científica em todos os níveis.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Investigar como o desenvolvimento do CDC entre professores de Química da Educação Básica e do Ensino Superior é influenciado pelas competências emocionais docentes e pelo uso intencional de tecnologias digitais emergentes, com ênfase na Inteligência Artificial, em suas práticas pedagógicas.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Compreender como os professores de Química da Educação Básica e do Ensino Superior concebem e operacionalizam o CDC em contextos educacionais distintos.

- Analisar de que maneira as competências emocionais docentes são percebidas, mobilizadas e aplicadas na prática pedagógica dos participantes da pesquisa.
- Identificar os recursos tecnológicos utilizados nas práticas de ensino de Química, com destaque para o uso de ferramentas baseadas em Inteligência Artificial, e como são integrados ao planejamento e à execução das aulas.
- Verificar como a articulação entre CDC, competências emocionais e uso de tecnologias digitais impacta a seleção de conteúdos, a mediação do conhecimento e o engajamento dos estudantes.

1.4 JUSTIFICATIVA

O presente estudo justifica-se pela necessidade de compreender, de forma mais ampla e aprofundada, os fatores que influenciam o desenvolvimento do CDC entre professores de Química, tanto da Educação Básica quanto do Ensino Superior. Embora o CDC já seja amplamente reconhecido como uma categoria central no campo da formação docente, sua constituição ainda é pouco explorada sob a perspectiva da articulação com competências emocionais docentes e com o uso pedagógico de tecnologias digitais emergentes, em especial a IA.

No contexto atual, marcado por transformações rápidas nas relações sociais, nas formas de aprender e nas exigências da prática docente, é urgente que a formação de professores contemple dimensões que vão além do domínio técnico do conteúdo. É preciso integrar saberes pedagógicos, emocionais e tecnológicos, reconhecendo a complexidade que envolve o ato de ensinar e a diversidade dos contextos escolares e universitários.

Sou licenciada em Química pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel), instituição onde iniciei minha trajetória no magistério motivada pela valorização das relações humanas e pelo compromisso com o processo formativo que emerge da troca entre ensino e aprendizagem. Durante a graduação, envolvi-me em projetos de ensino e extensão, apresentação de trabalhos em eventos científicos e estágios extracurriculares, o que fortaleceu meu vínculo com a docência e ampliou meu olhar sobre os desafios inerentes ao ensino de Ciências. Ao longo desse percurso, compreendi que ensinar

Química exige mais do que domínio conceitual: demanda reflexão sobre as estratégias de ensino, a construção do conhecimento e o sentido da aprendizagem para os estudantes.

A constatação de que muitos alunos enfrentam dificuldades em compreender os fundamentos da Química impulsionou meu interesse em investigar os saberes docentes, as práticas pedagógicas e o papel da didática na mediação do conhecimento. Em meu mestrado em Ensino de Química, realizado na Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA – Campus Bagé), desenvolvi a pesquisa “Experimentação e Simulação Computacional no Ensino de Estados Físicos da Matéria e Transições de Fase na Educação Básica”, cujo objetivo foi implementar uma proposta didático-experimental voltada à compreensão dos fenômenos físicos e químicos a partir da integração de recursos digitais. Os resultados obtidos tiveram impacto positivo na argumentação dos estudantes e passaram a influenciar significativamente minha prática docente.

Atuando há mais de 14 anos na Educação Básica, reconheço que a prática pedagógica exige intencionalidade, planejamento e conhecimento didático. A didática não pode ser confundida com improviso ou dom, mas constitui um saber construído a partir da experiência, da formação teórica e da mediação pedagógica (Brasil; Silva; Guadagnini, 2024). Nesse sentido, aproximo-me da perspectiva de Tardif (2000), ao compreender a docência como uma profissão com epistemologia própria, sustentada por saberes da experiência e por um conhecimento profissional que se desenvolve no fazer cotidiano da sala de aula.

Contudo, é fundamental reconhecer que a compreensão dos saberes docentes não se limita à perspectiva de Tardif (2000, 2002). O Professor Bruno Pastoriza, um grande incentivador, no qual eu me inspiro, propõe uma abordagem que enfatiza a natureza discursiva e contextualizada do conhecimento docente. Em sua tese "Educação Química em Discurso, ou sobre um modo de olhar para a prática da Educação Química", Pastoriza (2015) argumenta que os saberes docentes são construídos nas interações sociais e nos discursos que permeiam a prática educativa, destacando a importância de considerar as narrativas e experiências dos professores como fontes legítimas de conhecimento. Essa visão amplia a compreensão do CDC, incorporando elementos culturais, históricos e sociais que influenciam a prática docente.

Além disso, Pastoriza (2021) destaca a importância de considerar a formação docente como um processo contínuo e dinâmico, que se desenvolve ao longo da carreira

profissional. Em suas pesquisas, ele enfatiza a necessidade de valorizar as experiências vividas pelos professores, reconhecendo que o conhecimento docente é constantemente (trans)formado pelas práticas pedagógicas e pelos contextos em que se inserem.

Com o intuito de aprofundar minha formação e ressignificar minha prática à luz de novos referenciais, iniciei, em 2020, o doutorado no Programa de Pós-Graduação em Química da UFPel, na linha de pesquisa “Ensino de Química”. Essa etapa iniciou-se em um momento desafiador, marcado pela pandemia da COVID-19 e pela transição abrupta para o ensino remoto. Além de conciliar as demandas do doutorado com o puerpério, busquei manter o vínculo ativo com a pesquisa e com as atividades acadêmicas, participando de diversos eventos científicos na área da Educação em Ciências, como ENDEQ, ENPEC, ECODEQ e congressos ibero-americanos.

Essa trajetória, atravessada por desafios pessoais e coletivos, também revela a importância de que os programas de pós-graduação promovam condições de permanência equitativas, especialmente para pesquisadoras que conciliam maternidade e produção científica. O enfrentamento dessas condições adversas não apenas fortaleceu minha atuação como pesquisadora, mas também reafirmou a relevância de políticas institucionais de apoio à diversidade e à inclusão na pós-graduação.

Durante o doutorado, integrei o projeto de pesquisa “Investigando a produção de conhecimento na Ciência: do conhecimento básico na Química aos processos didáticos escolares”, desenvolvido pelo Laboratório de Ensino de Química (LABEQ) da UFPel. Esse vínculo ampliou minha imersão nos estudos sobre o CDC, entendendo-o como um saber profissional que extrapola a simples aplicação de metodologias e se materializa nas decisões pedagógicas tomadas em sala de aula. Apoiada nas contribuições de Shulman (1987, 1986, 2014), compreendi o CDC como um saber dinâmico, que articula o conhecimento disciplinar, didático, experiencial e contextual, construído historicamente e situado na realidade do professor.

A partir disso, assumi¹ como foco de investigação os modos como professores da Educação Básica constroem e mobilizam o CDC na seleção e organização dos conteúdos de Química, considerando não apenas os aspectos conceituais, mas também as dimensões

¹ Nesta tese, utilizo a primeira pessoa do singular (“eu”) nas seções que dizem respeito à minha trajetória formativa e decisões pessoais de pesquisa, como na introdução e justificativa. Já nas seções metodológicas e analíticas, adoto a primeira pessoa do plural (“nós”) para reconhecer o caráter coletivo do trabalho científico, realizado com o apoio do orientador, do grupo de pesquisa e dos participantes da investigação.

emocionais e tecnológicas do processo pedagógico. A participação em uma missão acadêmica à Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá, na Colômbia, consolidou esse interesse, ao possibilitar a troca de experiências com docentes e pesquisadores da área e me fazer refletir sobre os desafios do ensino de Química em diferentes contextos socioculturais.

Essas vivências contribuíram decisivamente para a formulação desta tese, que busca compreender como competências emocionais docentes, fundamentadas na Teoria da Inteligência Emocional e a integração de tecnologias digitais emergentes, com destaque para a Inteligência Artificial, podem influenciar o desenvolvimento do Conhecimento Didático do Conteúdo entre professores de Química. Embora existam estudos consolidados sobre cada um desses eixos de forma isolada, a articulação entre eles ainda representa um campo de investigação incipiente. Ao propor essa articulação integrada, a pesquisa pretende preencher uma lacuna na literatura e lançar luz sobre práticas pedagógicas mais eficazes, sensíveis e alinhadas às transformações do século XXI.

Do ponto de vista social, a pesquisa se justifica por seu compromisso com a melhoria da qualidade do ensino de Química, disciplina essencial para o desenvolvimento científico e tecnológico de qualquer país, mas que ainda enfrenta altos índices de rejeição por parte dos alunos. Entender como os professores mobilizam o CDC em suas escolhas didáticas, como lidam com as emoções em sala de aula e como integram as tecnologias digitais pode oferecer contribuições diretas para a construção de práticas pedagógicas mais eficazes, acolhedoras e inovadoras.

Além disso, o estudo contempla tanto professores da Educação Básica quanto do Ensino Superior, o que amplia seu potencial de impacto, permitindo a reflexão sobre a formação docente em diferentes etapas do processo educacional. A partir da análise de experiências concretas de professores atuantes em Bagé-RS, espera-se gerar subsídios para a formação inicial e continuada, fomentando o desenvolvimento de práticas que incorporem o uso crítico de tecnologias, a mediação emocional e a valorização do conhecimento científico.

Por fim, a pesquisa está alinhada aos princípios e finalidades da educação nacional expressos na Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988) e na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/96) (Brasil, 1996), ao defender uma formação que

assegure o pleno desenvolvimento do educador, sua qualificação profissional e sua atuação consciente, crítica e comprometida com uma educação de qualidade.

Dessa forma, esta investigação pretende contribuir para o fortalecimento da docência em Química, apoiando a construção de saberes profissionais integrados, capazes de responder aos desafios da contemporaneidade com sensibilidade humana, competência técnica e responsabilidade social.

Além disso, o estudo contempla tanto professores da Educação Básica quanto do Ensino Superior, o que amplia seu potencial de impacto, permitindo a reflexão sobre a formação docente em diferentes etapas do processo educacional. A pesquisa será desenvolvida junto a docentes atuantes na cidade de Bagé-RS, município que apresenta uma rede diversificada de instituições públicas e privadas de ensino, tanto em nível básico quanto superior. Esse contexto local proporciona um campo fecundo para a investigação da prática docente em diferentes realidades, contribuindo para a compreensão situada do CDC, das competências emocionais e do uso de tecnologias no cotidiano educacional.

A partir da análise de experiências concretas dos professores que atuam nesse território, espera-se gerar subsídios relevantes para a formação inicial e continuada, fomentando o desenvolvimento de práticas que incorporem o uso crítico de tecnologias, a mediação emocional e a valorização do conhecimento científico.

Por fim, a pesquisa está alinhada aos princípios e finalidades da educação nacional expressos na Constituição Federal de 1988 e na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/96), ao defender uma formação que assegure o pleno desenvolvimento do educador, sua qualificação profissional e sua atuação consciente, crítica e comprometida com uma educação de qualidade.

Dessa forma, esta investigação pretende contribuir para o fortalecimento da docência em Química, apoiando a construção de saberes profissionais integrados, capazes de responder aos desafios da contemporaneidade com sensibilidade humana, competência técnica e responsabilidade social.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

A presente tese está organizada em quatro capítulos, além desta introdução, com o intuito de conduzir o leitor por um percurso lógico e coerente entre os fundamentos teóricos, as escolhas metodológicas, a análise dos dados e as contribuições finais do estudo.

No Capítulo 2, são apresentados os fundamentos teóricos que sustentam a pesquisa, com destaque para o conceito de CDC como referencial central. Discute-se também a Teoria da Inteligência Emocional, que oferece subsídios para a compreensão das dimensões afetivas da docência, e a integração pedagógica das tecnologias digitais emergentes, com foco na IA considerando seu impacto nas práticas de ensino de Química e na formação docente.

O Capítulo 3 trata da metodologia da pesquisa, detalhando a abordagem qualitativa adotada, os critérios de seleção dos participantes, os procedimentos de coleta e análise de dados, bem como os aspectos éticos envolvidos no processo investigativo. São também apresentados o contexto da pesquisa, situada na cidade de Bagé-RS, e os instrumentos construídos com base nos referenciais teóricos trabalhados.

No Capítulo 4, são apresentados e analisados os resultados obtidos a partir das falas e experiências dos professores participantes. Os dados são interpretados à luz do referencial teórico, com o objetivo de identificar as relações entre CDC, competências emocionais docentes e uso de tecnologias digitais, evidenciando as formas como esses elementos se manifestam na prática pedagógica em diferentes níveis de ensino.

Por fim, o Capítulo 5 apresenta as considerações finais, destacando as principais contribuições da pesquisa para a formação de professores de Química, bem como as limitações do estudo e sugestões para investigações futuras. Este capítulo também propõe encaminhamentos práticos e reflexões que possam subsidiar políticas formativas e ações pedagógicas comprometidas com a melhoria da qualidade do ensino de Química, tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS: SABERES DOCENTES, EMOÇÕES E TECNOLOGIAS NO ENSINO DE QUÍMICA

Este capítulo apresenta os referenciais teóricos que sustentam a presente pesquisa, ancorando-se na concepção de que o exercício da docência no ensino de Química exige a articulação entre diferentes dimensões do saber profissional. O ponto de partida é o CDC, conceito inicialmente formulado por Shulman (1987, 1986, 2014) e posteriormente ampliado no contexto ibero-americano por autores como Marcelo (2009), Maldaner (1999), Lozano e Penagos (2016), Ariza (2017) e Pastoriza (Pastoriza; Del Pino, 2017b, 2017a; Pastoriza, 2015, 2021; 2014). O CDC é compreendido como um saber construído na prática, que integra conhecimento disciplinar, didático, epistemológico, emocional e contextual, sendo essencial para transformar o conteúdo científico em conteúdo ensinável.

A primeira seção do capítulo discute o CDC em profundidade, apresentando sua origem, evolução conceitual e estrutura interna. Na sequência, examina-se a Inteligência Emocional (IE), com base em autores como Goleman (1996) e Salovey e Mayer (1990) como uma dimensão relevante do saber docente, especialmente na constituição de vínculos afetivos, no engajamento discente e na gestão do clima emocional da sala de aula. A IE é aqui compreendida como competência essencial para a atuação de professores reflexivos, éticos e emocionalmente conscientes.

O terceiro eixo do capítulo trata da inserção de tecnologias digitais emergentes, em especial da IA, no contexto educacional contemporâneo. Por fim, a quarta seção do capítulo explora a articulação entre o CDC e os saberes oriundos da epistemologia e da história da ciência.

2.1 O CDC COMO CATEGORIA PRINCIPAL DOS SABERES DOCENTES

A docência, especialmente no campo das Ciências da Natureza, como é o caso da Química, exige do professor um saber especializado que ultrapassa o domínio do conteúdo disciplinar. Ensinar Química envolve mediar conceitos complexos, com elevada carga simbólica, abstrata e técnica, tornando fundamental que o docente desenvolva

competências para traduzir o conhecimento científico em linguagem acessível, significativa e contextualizada para seus estudantes. É nesse contexto que se insere o CDC, adotado nesta pesquisa como referencial teórico central para compreender os saberes docentes.

2.1.1 Origem do conceito: de PCK (Shulman) a CDC (contexto ibero-americano)

Ao buscar compreender os “saberes docentes”, é necessário reconhecer que o professor possui conhecimentos, hábitos, práticas e fundamentos para o que faz e como faz em sala de aula. Um dos autores a pesquisar os saberes docentes que tem se destacado com seus estudos é Lee Shulman (1987, 1986, 2014), que aborda o saber com o termo da base do conhecimento para o ensino.

Shulman (1987) esclareceu que os conhecimentos que fundamentam a ação docente estão aliados à construção de um bom planejamento, podem ser ferramentas importantes na prática de ensinar dos professores. Portanto, o autor contribui na abordagem do conhecimento, tanto para a análise da formação quanto da prática docente. A partir das ideias deste autor, na década de 1980, nos Estados Unidos, ocorreu um movimento reformista na formação de professores da Educação Básica, que considerou informações de professores ao nível estadual e municipal bem como o ambiente da sala de aula, ao pesquisar a prática docente (Almeida; Biajone, 2007).

No contexto das pesquisas sobre os saberes docentes é válido pontuar sobre o conhecimento e o ensino. Shulman (1986) sugeriu uma centralidade para a base de conhecimento (*knowledge base*) da docência para o ensino, considerando no processo formativo o desenvolvimento cognitivo do professor: o domínio do conteúdo, o conhecimento pedagógico e o curricular (Fernandez, 2015).

- **Conhecimento de Conteúdo:** relacionado a organização de conhecimentos que um professor possui, destacando-se que ao docente não basta apenas saber o que é um conteúdo, mas também, necessário compreender o porquê desse conteúdo, ou seja, como o professor organiza cognitivamente o conteúdo de ensino, pressupondo tanto as características que lhe são intrínsecas como fatos e conceitos, quanto os processos de produção de conhecimento da área em que ele pretende lecionar;

- **Conhecimento Pedagógico do Conteúdo:** é a forma como o professor organiza os conteúdos que pretende abordar de forma que estes sejam compreensíveis para os alunos, valendo-se para isso de diferentes maneiras de apresentar o próprio conteúdo com a possibilidade de uso de analogias, ilustrações, exemplos, explicações e demonstrações, de modo que o próprio professor saiba calibrar o que facilita ou dificulta a compreensão dos alunos em sua aula. Segundo Shulman (1987), esse saber pode ter origem tanto nas pesquisas quanto na própria prática do professor em sala de aula;

- **Conhecimento Curricular:** é o conhecimento que o professor possui (ou precisa aprimorar) em relação ao Currículo que orienta as ações docentes em sala de aula, destacando-se a habilidade interdisciplinar que ele precisa ter para relacionar os conteúdos de determinadas áreas em tópicos ou assuntos a serem discutidos simultaneamente por outras disciplinas.

Em termos gerais, a base de conhecimento refere-se ao conhecimento que os professores devem possuir para realizar um bom ensino (Monteiro, 2001). Shulman, em um estudo de 1987, revisa sua discussão, propondo, sete categorias.

- O conhecimento do conteúdo que será o objeto de ensino;
- O conhecimento pedagógico geral, com referência aos princípios e estratégias mais abrangentes de gestão e organização da sala de aula;
- O conhecimento do currículo, que diz respeito aos programas voltados ao ensino de assuntos e tópicos específicos em um determinado nível de estudo, bem como à variedade de materiais instrucionais disponíveis;
- O conhecimento pedagógico do conteúdo relativo a amálgama específico de conteúdo e pedagogia, que é de domínio exclusivo dos professores;
- O conhecimento dos aprendizes e suas características, que considera os saberes dos estudantes;
- O conhecimento dos contextos educacionais, que engloba desde o funcionamento do grupo ou da sala de aula, passando pela gestão e financiamento dos sistemas educacionais, até as características das comunidades e suas culturas; e, ainda, o conhecimento dos fins, propósitos e valores da Educação, que articula bases históricas e filosóficas da docência (Shulman, 1986).

No campo Educacional, os saberes do professor são caracterizados como saberes docentes. Estes, são aqueles relacionados ao ensino-aprendizagem dos estudantes, saberes

necessários à prática docente que possuem como objetivo a aprendizagem dos alunos e a sua formação. Nas pesquisas latino-americanas e espanholas, o conhecimento docente foi intitulado como Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC).

O CPC é um modelo teórico que capacita o professor a transformar um conteúdo específico em um conteúdo para ser ensinado. No contexto ibero-americano foi denominado CDC (Montenegro; Fernandez, 2015), havendo, no desenvolvimento desses estudos, um processo de diferenciação entre os termos iniciais e sua tradução, que consiste na diferenciação entre o pedagógico e o didático (Garritz; Daza-Rosales; Lorenzo, 2015). Essa distinção do CDC e o CPC se refere ao conhecimento profissional dos professores (CPP), que aponta para diferentes entendimentos sobre sua constituição e, em certa medida, trazendo questões que apontam o CPP como não limitado ao CDC, embora faça parte dele (Parga-Lozano; Penagos, 2014).

Outros autores também descrevem o CDC como sendo: o conhecimento que emerge da integração do conhecimento psicopedagógico, a escola contexto, história, epistemologia e disciplina do campo a ensinar (Ariza, 2017). Assim, os saberes docentes formadores da identidade profissional do professor podem ser vistos a partir de quatro categorias do CDC, que englobam áreas de saberes disciplinares, pedagógicos, metadisciplinares e contextuais, sendo elas (Parga-Lozano; Denari; Cavaleiro, 2017):

- Conhecimento/Crenças do disciplinar (CD) - Dividido em dois campos. O primeiro é o substantivo (Declarativo) que é o conjunto inter-relacionado de conceitos, teorias, paradigmas da disciplina. O segundo se refere ao sintático (procedimental) que é constituído de métodos, instrumentos, cânones de evidências que a disciplina utiliza para construir seus conhecimentos, como introduzi-los e conseguir a aceitação da comunidade. Assim, essa categoria se refere ao conhecimento específico da disciplina ministrada pelo professor, ou seja, ao conhecimento do conteúdo.

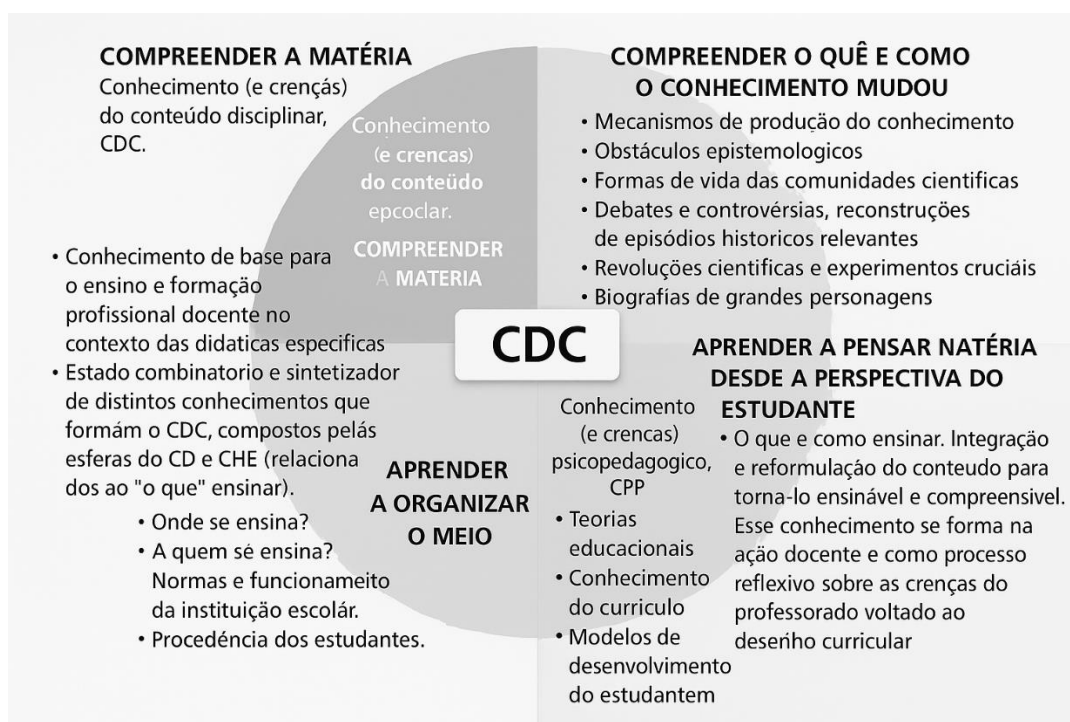
- Conhecimento/Crenças do Metadisciplinar (CM) – Essa categoria é relacionada a: Mecanismos de produção do conhecimento; Obstáculos epistemológicos; Modos de vida das comunidades científicas; Debates e controvérsias; Revoluções científicas e experiências cruciais; Biografias de grandes personalidades, análise de textos originais. Sendo assim, nessa categoria estão inclusos os conhecimentos dos professores sobre a produção de conteúdo, se refere à construção do conhecimento e as dificuldades do ensino.

• **Conhecimentos/crenças do contexto (CC)** – Se refere a: Onde se ensina? A quem se ensina? Apresenta relação com as normas da instituição escolar; A normativa nacional e local, tais como padrões; A configuração cultural, política, ideológica, entre outras, das instituições escolares. Portanto, essa categoria está relacionada ao contexto de trabalho dos professores, trata de se conhecer onde e a quem vão ensinar.

• **Conhecimento/Crenças sobre a Psicopedagogia (CP)** – Categoria vinculada a Teorias educacionais; Conhecimento curricular; Modelos de desenvolvimento e aprendizado de estudantes; Concepções alternativas; Estratégias de ensino; Metodologias e formas de organização do grupo; Critérios de avaliação. Sendo assim, pode ser relacionada a comunicação do professor, a como ensinar e avaliar o conhecimento ou ainda, para que se ensina (Lopes; Pontuschka, 2015). A figura 1, apresentada abaixo, sintetiza a organização dos tipos de conhecimento/crenças dos docentes que formam o conhecimento didático do conteúdo.

A Figura 1 apresenta a organização das categorias do CDC, conforme especificado acima.

Figura 1 – Categorias do CDC



Fonte: adaptado de Lozano; Penagos (2008, p.86)

De acordo com essa compreensão, o CDC apresenta potencialidades no campo de espaços de formação docente, no que se refere a qualificação e desenvolvimento profissional. Estudos de Shulman (2005) têm influenciado reflexões relacionadas à formação e à prática docente. Seus estudos investigam os processos de pensamento, tomada de decisão e as condições de aprendizagem dos professores. Ainda sobre o autor, o CPC aparece como elemento central do conhecimento do professor que aliado à construção de um bom planejamento, podem ser ferramentas importantes na prática de ensinar dos professores.

Para Shulman (2005), compreender os fundamentos da didática é fundamental aos docentes da Escola Básica e Ensino Superior considerando os conhecimentos específicos da área, ou seja, com a fundamentação bem consolidada do conhecimento do conteúdo visando o desenvolvimento de suas competências. O uso do termo CDC considerando as implicações do conhecimento didático para o ensino de um conteúdo específico, considera a diferença entre conhecimento pedagógico e didático.

Ainda, de acordo com Shulman (2005, p. 10), o conhecimento pedagógico do conteúdo pode ser caracterizado como *“esa especial amalgama entre materia y pedagogía que constituye una esfera exclusiva de los maestros, su propia forma especial de comprensión profesional”*. Ou seja, o maior interesse em explorar o CPC, justifica-se porque identifica as partes distintas do conhecimento para o ensino, considerando a organização, representação e adaptação dos conteúdos bem como os conhecimentos prévios e o interesse dos estudantes a fim de tornar o conteúdo compreensível. Tais conhecimentos são oriundos da prática docente e referem-se ao domínio exclusivo dos professores.

O conhecimento docente, denominado CPC inicialmente foi considerado uma linha de pesquisa e tornou-se um modelo teórico que aborda a compreensão do ensino de conteúdo, no campo do conhecimento escolar, cujo objetivo principal é tornar compreensível o conteúdo aos estudantes (Shulman, 1987, 1986, 2005, 2014).

A proposta da categorização para o CPC, proposta por Shulman é considerada em pesquisas (ABEL, 2006, 2008), e apresenta algumas características fundamentais, tais como:

i) O CPC é específico em relação a um determinado conteúdo, e tal especificidade é a essência da ideia original de Shulman; “ii) CPC inclui categorias discretas de

conhecimento, as quais são combinadas de maneira sinérgica na prática de professores; iii) sua natureza é dinâmica; iv) CPC envolve a transformação de outros tipos de conhecimentos” (Goes *et al.*, 2013, p. 114). O CDC é o conhecimento da disciplina que será abordado e o conhecimento pedagógico e didático do professor que ensinará a disciplina, e o CPC é o conhecimento profissional que permite distinguir um professor que ensina a disciplina de um especialista da disciplina.

ii) É comum ouvir a frase: “Aquele professor sabe muito, mas não sabe explicar...”. (Maldaner, 1997, p. 174) Dessa forma, fazer uso de habilidades didáticas para conduzir o processo de ensino e aprendizagem é fundamental para que a prática pedagógica se realize, pois, de acordo com Maldaner (1999, p. 424), o professor profissional é:

Alguém de quem se espera seja [sic] capaz de criar/recrutar a herança cultural, junto às gerações mais jovens, alguém profundamente inserido em seu meio social e cultural e capaz de sentir os anseios populares e convertê-los em material de reflexão com base nas construções das ciências e outras conquistas culturais.

Neste sentido é que o uso do CDC encontra-se relacionado ao que se propõe investigar nesta pesquisa pois, a influência do CDC atua diretamente nas decisões dos professores, no planejamento da aula, considerando a sequência do conteúdo, a maneira como serão ensinados, o conteúdo e os métodos adotados. Assim, organizou as categorias separando o CDC, mesclando o pedagógico com a disciplinar.

A ênfase do CPC é o ensino e não o aprendizado do aluno. Portanto, Shulman (2005, p. 23) aponta que:

[...] esta atividade inclui o desempenho observável da diversidade de atos de ensino. Inclui muitos dos aspectos mais essenciais do ensino: a organização e gestão da aula; a apresentação de explicações claras e descrições vívidas; atribuição e revisão do trabalho; e interação efetiva com os alunos por meio de perguntas e sondagens, respostas e reações, elogios e críticas. Assim, certamente abrange gerenciamento, explicação, discussão, bem como todas as características observáveis de uma instrução direta e heurística eficaz.

Portanto, o CDC pode influenciar a própria aprendizagem do professor. Sendo assim, o conhecimento pedagógico do conteúdo está mais voltado para os campos da didática onde seu objeto de pesquisa é o ensino e a ensinabilidade, que o campo de atuação do professor em seus diferentes aspectos (Francisco, 2019).

Há modelos teóricos, propostos por pesquisadores diferentes baseados no CDC para interpretar o pensamento do professor, a representação da correlação entre saberes

disciplinares, pedagógicos e didáticos; bem como as características do conhecimento dos alunos, do conhecimento do contexto educacional e dos elementos epistemológicos e históricos da disciplina a ser ministrada, com o objetivo de ser mais compreensível e aplicável.

As relações representadas em um espaço interdisciplinar que consideram o currículo dinâmico e constituído por componentes do conhecimento histórico-epistemológico (CHE), esse conhecimento compreende o que e como ocorre a mudança no conhecimento, o conhecimento do conteúdo disciplinar (CdC) foca na compreensão do assunto, o conhecimento do contexto escolar (CcE) é responsável por aprender a organizar o ambiente, e o conhecimento psicopedagógico (CpP) representa o aprender a pensar sobre a disciplina na perspectiva do corpo discente, que em sua articulação consolidam o Conhecimento Didático do Conteúdo Curricular, CDCC(Parga-Lozano; Penagos, 2008).

Estes conhecimentos são explorados em estudos que buscam identificar relações entre o conhecimento e conhecimento dos professores, a partir da sua formação e experiência. Por isso, o CDC é um aporte teórico complexo entre a prática e os conteúdos de uma disciplina, e o professor é responsável por transformar o conteúdo em representações didáticas para transitar entre lógicas de acordo com contextos de ação (Parga-Lozano; Penagos, 2014).

Nesse contexto, evidencia-se a necessidade de refletir e problematizar os elementos da ação docente e, para isso, analisar a proposta do CDC para auxiliar, melhorar, discutir e compreender o conhecimento próprio do professor, pois, para ensinar um conteúdo, é preciso torná-lo ensinável, através da integração de alguns conhecimentos (Paula; Sangiogo; Pastoriza, 2024).

Em estudo realizado por Baca; Onofre e Paixão(2014), com a aplicação do CDC, na disciplina de Química, apresentou como foco a implementação de estratégias das atividades práticas, demonstrando que o professor é capaz de modificar o ensino para auxiliar os alunos na aprendizagem conforme suas necessidades, e também apresentaram domínio em várias dimensões do CDC. Esse domínio foi evidenciado pelas estratégias adaptadas em função das características dos alunos e do contexto, porém, com uma frequência de estratégia de atividades práticas nas aulas como trabalhos em grupo, trabalho frontal e questionamentos orais e escritos.

2.1.2 As quatro dimensões do CDC: disciplinar, metadisciplinar, psicopedagógica e contextual

As pesquisas sobre o CDC tiveram início nos anos 1980, em meio a movimentos relacionados à profissionalização, ao cognitivismo e a abordagens etnográficas e interacionistas que valorizavam os saberes docentes (Parga-Lozano; Denari; Cavalheiro, 2017). Assim como o PCK, o CDC é um componente do Conhecimento Profissional do Professor (CPP), considerado um conhecimento que se desenvolve ao longo da formação docente e da prática profissional. É um saber articulador e dinâmico, que contribui tanto para a preparação profissional do docente quanto para a construção de sua identidade profissional, sendo essencial na formação de professores de Química (Parga-Lozano, 2019).

O CDC é compreendido como parte essencial do conhecimento profissional docente. Trata-se de um conhecimento único, moldado pelas necessidades contextuais e históricas de cada aula, sendo expresso tanto em teorias implícitas quanto em rotinas práticas. O CDC resulta da integração de diferentes tipos de saberes: conhecimento disciplinar (CDM), conhecimento histórico-epistemológico (CHE), conhecimento psicopedagógico (CSP) e conhecimento do contexto escolar (CCE). Essa integração não ocorre de forma uniforme, variando de acordo com o tema, o domínio do professor e as especificidades da aula. Assim, o CDC combina elementos metadisciplinares, disciplinares e experienciais, ajustando-se às circunstâncias de ensino (Parga-Lozano; Denari; Cavalheiro, 2017).

De acordo com Marcelo (2009), o CDC é um componente dos saberes docentes, unindo o conhecimento do conteúdo ao conhecimento didático necessário para torná-lo acessível aos alunos. Ele transcende seu caráter teórico e revela potencialidades em diversas dimensões, como base teórica para a formação docente, como referência para a elaboração de materiais curriculares e como marco para pesquisas didáticas.

Para Marcelo (2009), o CDC é um elemento central dos saberes docentes, pois:

Representa a combinação adequada entre o conhecimento da matéria a ser ensinada e o conhecimento pedagógico e didático relativo a como ensiná-la. Nos últimos anos vem-se trabalhando nos diferentes contextos educativos para elucidar quais são os componentes desse tipo de conhecimento profissional do ensino. O conhecimento didático do conteúdo, como linha de pesquisa, representa a confluência de esforços de pesquisadores didático e de pesquisadores de matérias específicas preocupados com a formação de professores. [...] Aponta a necessidade de que os professores em formação adquiram um conhecimento experiente do conteúdo a ser lecionado, para que possam desenvolver um ensino que propicie a compreensão dos alunos.

É um conhecimento que está sustentado em produzir emergências de conteúdos à medida das necessidades contextuais e históricas para cada situação, sendo resultado da articulação de diferentes tipos de conhecimentos e crenças pessoais dos professores. Em outras palavras, é importante entender a forma como os professores ajudam os alunos a compreenderem um determinado conteúdo. A integração do conhecimento é própria do campo didático, já que está orientado ao ensino de conteúdo, e seu resultante é uma emergência da combinatória de distintos elementos que se encontram fazendo parte dos quatro componentes (Parga-Lozano; Denari; Cavalheiro, 2017; Parga-Lozano; Penagos, 2014, 2016, 2008): o conhecimento disciplinar ou conhecimento da matéria; o histórico-epistemológico; o psicopedagógico e; o conhecimento do contexto escolar, expressam-se nos saberes metadisciplinares, disciplinares e experienciais.

Para Shulman (1986), não é somente integrar os conhecimentos, mas, considerar as concepções que os alunos possuem da disciplina e as formas de representação e formulação que podem tornar mais compreensíveis os processos de ensino e aprendizagem. Neste sentido, Shulman (2014), elabora fundamentos para transformação do ensino que dá ênfase à compreensão e raciocínio, transformação e reflexão. Para articular e justificar essa concepção, o autor propõe quatro perguntas: Quais são as fontes da base de conhecimento para o ensino? Em que termos essas fontes podem ser conceituadas? Quais são os processos de raciocínio e ação pedagógicos? E, quais são as implicações para a política de ensino e a reforma educacional? As respostas vão além das atuais premissas e iniciativas relacionadas à questão da reforma pois, para Shulman a excelência pedagógica baseia-se no efetivo entendimento do conhecimento para o ensino, que ocorre através do redirecionamento do modo de entender o ensino, de formar e de avaliar professores.

Para Libâneo (2002) é pertinente considerar a formação docente baseada em fundamentação sólida do conhecimento do conteúdo, ou seja, deve haver a percepção dos objetivos da disciplina, dos conteúdos, dos métodos e formas de organização, para possibilitar que sejam desenvolvidas suas competências e habilidades. Consideramos que é fundamental o conhecimento do conteúdo químico, mas isso é apenas uma parte do processo, uma vez que as outras habilidades como o conhecimento pedagógico e didático do conteúdo, permitem transformá-lo em um conteúdo mais acessível, de forma que o estudante consiga entender e consequentemente aprender.

Ao ensinar, o professor faz uso de seus princípios e especificidades, tais como o seu pensar sobre a prática didática do conhecimento, de suas perspectivas em relação aos alunos e da sua prática, relações familiares e sociais bem como o contexto da instituição em que trabalham pois neles se encontram o sentido e formas de ação.

De acordo com o exposto, esta pesquisa contempla temáticas que permeiam a importância da formação docente, e de problematizar as bases conceituais, pedagógicas, didáticas, históricas e epistemológicas das aulas de química da Escola Básica no Ensino Médio e, nesse sentido, que se propõe investigar, explorar e relacionar com possíveis contribuições do CDC.

Como caminho neste percurso, a pesquisa caracteriza-se como qualitativa, do tipo descritiva em que os dados serão coletados através de questionário, entrevista e grupo focal interpretados com o uso da metodologia brasileira Análise Textual Discursiva (ATD).

No contexto latino-americano, o PCK foi gradualmente apropriado e adaptado, recebendo a denominação de CDC. Essa adaptação vai além de uma mera tradução, refletindo uma perspectiva específica que diferencia o didático do pedagógico (Parga-Lozano; Penagos, 2014). Enquanto o pedagógico está relacionado à formação profissional do docente, o didático está diretamente ligado ao conteúdo ensinado, que, neste caso, refere-se à Química.

Dependendo das abordagens teóricas e dos autores, o CDC pode assumir significados variados, o que explica sua associação ao PCK em alguns contextos, especialmente devido a questões de tradução. Neste trabalho, adota-se a definição de CDC como um conhecimento prático e profissional, caracterizado por sua natureza híbrida. De um lado, possui um caráter peculiar, histórico e único, que torna difícil sua

generalização. Por outro lado, apresenta elementos comuns entre os professores, possibilitando comparações e reflexões compartilhadas no âmbito do ensino (Paula; Sangiogo; Pastoriza, 2024; Rufino *et al.*, 2023).

Para compreender melhor o conceito de CDC, especialmente diante da confusão frequente com o termo PCK, é útil pensá-los de forma comparativa. O PCK, formulado por Shulman, refere-se ao saber que o professor desenvolve para transformar o conteúdo em algo compreensível para os alunos, é o “como ensinar bem aquilo que se sabe”. Já o CDC, como se consolidou no contexto ibero-americano, é uma ampliação desse conceito. Ele não se limita à relação entre conteúdo e didática, mas considera o contexto institucional, as condições reais da escola, os vínculos afetivos, as emoções do professor, os recursos (ou a falta deles), e o uso crítico das tecnologias.

Para compreender melhor o conceito de CDC, especialmente diante da confusão frequente com o termo PCK, é útil pensá-los de forma comparativa. O PCK, formulado por Shulman, refere-se ao saber que o professor desenvolve para transformar o conteúdo em algo compreensível para os alunos. Trata-se da habilidade de ensinar de forma eficaz aquilo que se domina conceitualmente. Já o CDC, como se consolidou no contexto ibero-americano, amplia essa noção. Ele não se restringe à relação entre conteúdo e didática, mas incorpora elementos como o contexto institucional, as condições reais da escola, os vínculos afetivos, as emoções do professor, os recursos disponíveis (ou a ausência deles) e o uso crítico das tecnologias.

Para explicar essa diferença a um público leigo, pode-se recorrer à metáfora do professor de culinária. O chef profissional domina as técnicas de preparo, o que representa o conhecimento do conteúdo. O professor de culinária, por sua vez, compreende como ensinar alguém a fazer um bolo. Ele reconhece os erros mais comuns, utiliza exemplos acessíveis e adapta o passo a passo ao nível de seus aprendizes. Isso corresponde ao PCK. No entanto, quando esse professor precisa ensinar a receita em condições adversas, como em cozinhas improvisadas, com poucos ingredientes ou com alunos ansiosos e inseguros, exige-se dele algo a mais. Nesses casos, ele precisa adaptar o processo com criatividade, empatia e sensibilidade. Isso caracteriza o CDC: um saber mais amplo, construído na experiência concreta e nas relações humanas e sociais do ato de ensinar.

Por esse motivo, esta pesquisa adota o CDC como eixo central de análise, reconhecendo sua complexidade e sua potência explicativa para compreender a prática docente no ensino de Química.

2.1.3 Relação entre CK, PCK e CDC no Raciocínio Pedagógico

O CK é o conhecimento profundo e estruturado sobre o conteúdo em si, enquanto o PCK inclui a integração desse conhecimento com estratégias pedagógicas para torná-lo compreensível para os alunos. Já o CDC representa uma adaptação prática e contextualizada do PCK, considerando as realidades específicas de sala de aula, como os recursos disponíveis, as características dos alunos e os objetivos curriculares locais.

A pesquisa sobre raciocínio pedagógico pressupõe que o ensino vai além da transmissão de informações. Envolve escolhas constantes baseadas no conhecimento profissional dos professores (Loughran, 2019). No entanto, poucos estudos reconstruíram empiricamente como os professores utilizam esses componentes: CK, PCK e CDC no raciocínio pedagógico. Embora Shulman (1986, 1987) tenha afirmado que o conhecimento sobre estratégias e representações instrucionais e o conhecimento sobre as (des)concepções dos alunos são centrais no PCK, e por extensão no CDC, o uso desses componentes ainda é pouco explorado, especialmente no que diz respeito às suas relações com as qualificações e experiências prévias dos professores.

Shulman (1987) argumentou que os professores profissionais não executam simplesmente roteiros treinados de comportamento durante o ensino. Em vez disso, diz-se que os professores profissionais confiam no conhecimento necessário para chegar a decisões fundamentadas de acordo com a seleção dos procedimentos de ensino em cada situação. Seguindo Shulman, a conceituação do conhecimento profissional dos professores recebeu muita atenção na pesquisa educacional. Com base em sua diferenciação seminal entre CK e PCK (Shulman, 1986), muitas pesquisas foram realizadas com relação à (re)conceituação e medição de CK e PCK, particularmente no campo da educação matemática (Kulgemeyer; Riese, 2018). Em particular, a conceituação de conhecimento matemático para o ensino está entre as mais influentes na pesquisa educacional em matemática (Depaepe; Verschaffel; Kelchtermans, 2013).

Por um lado, inclui o CK, que é dividido em subcomponentes de conhecimento de conteúdo comum (CCK, que se refere ao conhecimento matemático que também é relevante em outros ambientes além do ensino), conhecimento de conteúdo especializado (SCK, que se refere ao conhecimento matemático que é relevante apenas para professores de matemática) e conhecimento de conteúdo de horizonte (HCK, que se refere ao conhecimento matemático sobre a conectividade de tópicos matemáticos). Por outro lado, o MKT inclui o PCK, que é dividido nos subcomponentes de conhecimento de conteúdo e alunos (KCS, que se refere ao conhecimento sobre o pensamento ou comportamento matemático dos alunos), conhecimento de conteúdo e ensino (KCT, que se refere ao conhecimento sobre o design de instrução relacionada à matemática) e conhecimento de conteúdo e currículo (KCC, que se refere ao conhecimento sobre materiais instrucionais relacionados à matemática e padrões de ensino) (Policastro; Ribeiro, 2023).

Para investigar o uso de tais diferentes componentes do conhecimento para o ensino, é necessário um framework que especifique situações de uso do conhecimento. Neste estudo, adaptamos o conceito de raciocínio pedagógico porque permite uma compreensão mais profunda do conhecimento dos professores e sua relação com sua prática.

De acordo com Loughran (2019), em contextos de prática, os professores dependem essencialmente do conhecimento sobre os procedimentos de ensino. Um procedimento de ensino pode ser descrito como uma atividade do professor com a intenção de transformar o assunto para torná-lo compreensível para os alunos. Em um sentido mais restrito, descrevemos um procedimento de ensino nos termos de Shulman (1987) como uma sequência de representações, como "analogias, metáforas, exemplos, demonstrações, explicações e assim por diante" (p. 15), que podem ser usadas pelo professor para apresentar o assunto aos alunos. Assim, neste contexto, o termo "representação" é usado para se referir a uma produção externa (visível ou tangível) em oposição a uma construção interna (mental).

Em uma determinada situação, no entanto, os professores muitas vezes devem decidir entre múltiplas alternativas (mais ou menos igualmente razoáveis) de procedimentos de ensino. Na pesquisa educacional, o pensamento dos professores de acordo com a seleção de procedimentos de ensino é referido como raciocínio pedagógico (Loughran, 2019). No raciocínio pedagógico, os professores devem aplicar o

conhecimento relacionado ao conteúdo (por exemplo, do assunto, dos equívocos dos alunos ou do currículo) para anexar procedimentos de ensino a argumentos que ajudem a decidir qual procedimento de ensino é adequado em uma determinada situação. Pode ser considerado um pressuposto amplamente aceite que o raciocínio pedagógico dos professores se baseia em tal conhecimento.

O desenvolvimento do PCK, fundamentado nas percepções dos professores sobre ensino e conteúdo, ressalta o papel crucial do conhecimento sobre o conteúdo e da experiência docente. Desafios surgem na integração das Ciências da Natureza nas práticas pedagógicas, especialmente devido à complexidade de alinhar o conhecimento sobre Ciências da Natureza com o conhecimento do conteúdo científico. Os resultados destacam a necessidade de os professores passarem por uma exposição explícita e treinamento sobre como ensinar efetivamente o conhecimento do conteúdo, particularmente no contexto da instrução integrada às Ciências da Natureza.

Contrariando suposições anteriores, nossa revisão desafia o vínculo unidimensional entre as concepções fundamentais dos professores sobre Ciências da Natureza e sua proficiência no PCK. Embora reconhecendo a importância de uma compreensão sólida das Ciências da Natureza, argumentamos que os professores também precisam de suporte dedicado para desenvolver o PCK e integrar, de forma fluida, as Ciências da Natureza no ensino de ciências. Além disso, a identificação do conhecimento do conteúdo, do conhecimento pedagógico e da interconexão entre avaliação e práticas pedagógicas como bases de conhecimento cruciais para o desenvolvimento do PCK informa futuras intervenções e programas de formação docente.

A principal diferença entre os dois conceitos está, portanto, na abrangência e na profundidade do olhar sobre o trabalho docente. Enquanto o PCK foca na relação entre conteúdo e método, o CDC reconhece que ensinar é um ato situado, afetivo, relacional e político. Para Ariza (2017), o CDC é um saber construído nas interações entre teoria e prática, e por isso deve incluir os aspectos emocionais, contextuais e culturais que atravessam o fazer docente, especialmente em contextos escolares desiguais e desafiadores como os da América Latina.

No Brasil, essa ampliação do conceito tem sido particularmente relevante para os estudos em formação de professores de Química, permitindo compreender como os docentes produzem sentidos sobre sua prática, como adaptam os conteúdos às realidades

dos alunos e como lidam com desafios estruturais da escola pública. Ao contrário do PCK, que tende a se concentrar nos aspectos instrucionais da prática, o CDC permite investigar o saber docente em sua totalidade, incorporando dimensões como o afeto, a identidade profissional, as crenças pedagógicas e o uso crítico das tecnologias.

Além disso, o CDC assume uma perspectiva mais flexível e aberta à diversidade de práticas docentes, reconhecendo que o saber não é um conjunto fixo de técnicas ou estratégias, mas um conhecimento situado, que se constrói na ação e é continuamente reelaborado. Como destacam Pastoriza *et al.* (2015), o CDC torna visível o conhecimento que o professor mobiliza na organização dos conteúdos, nas decisões metodológicas, na mediação com os alunos e na avaliação da aprendizagem, sempre considerando o contexto em que atua.

Dessa forma, a adoção do CDC neste estudo não apenas reforça o vínculo com uma tradição teórica consolidada no campo da formação de professores em Ciências, mas também responde às demandas éticas e políticas por uma educação mais humanizada, crítica e comprometida com a transformação da realidade escolar. O CDC permite analisar a prática docente como campo de produção de conhecimento, e não como mera aplicação de saberes externos, oferecendo uma base mais consistente para compreender como os professores de Química constroem, mobilizam e transformam seus saberes na ação educativa.

2.1.4. CDC como ferramenta de análise e ação na prática docente em Química

Assumir o CDC como categoria teórica central nesta pesquisa significa reconhecê-lo não apenas como um conceito descritivo, mas também como ferramenta analítica e prática, capaz de iluminar os processos formativos, as decisões pedagógicas e os sentidos atribuídos à docência por professores de Química em diferentes contextos educativos. O CDC possibilita identificar e compreender os saberes mobilizados pelo professor em sala de aula, revelando como o ensino se concretiza a partir da articulação entre conteúdo, didática, emoção e contexto.

No ensino de Química, a complexidade dos conteúdos, a linguagem científica altamente especializada e a necessidade de múltiplas representações tornam a prática docente um campo especialmente desafiador. O professor precisa ser capaz de transpor o

conhecimento científico para situações de aprendizagem que façam sentido para os estudantes, o que exige mais do que domínio conceitual: requer competência didática, sensibilidade pedagógica, capacidade de leitura do contexto e manejo das emoções envolvidas no processo educativo.

Nesse cenário, o CDC se configura como uma lente teórica potente para analisar como os professores constroem e mobilizam seus saberes na prática, como organizam os conteúdos, como escolhem as estratégias didáticas, como integram tecnologias e como interpretam as reações dos alunos. Como destacam Pastoriza *et al.* (2017), investigar o CDC permite compreender os processos de escolha docente e os sentidos que o professor atribui ao ato de ensinar, ao planejamento de suas aulas e à mediação dos conhecimentos.

Além de ferramenta de análise, o CDC também se apresenta como ferramenta de ação e transformação da prática docente. Ao tomar consciência de seus próprios saberes e dos fatores que os constituem, o professor se torna capaz de refletir criticamente sobre sua prática, identificar fragilidades, reconhecer potencialidades e reconfigurar suas estratégias de ensino. Trata-se, portanto, de um conhecimento que favorece o desenvolvimento da autonomia profissional, da postura reflexiva e do compromisso ético-político com a formação dos estudantes.

A prática docente, nesse sentido, é compreendida como locus de produção de conhecimento, e não como simples aplicação de teorias externas. Ao analisar o CDC, é possível acessar os saberes da experiência, os movimentos reflexivos e os critérios de decisão que orientam o fazer pedagógico. Isso vale tanto para professores da Educação Básica quanto para docentes do Ensino Superior, cujas práticas também demandam articulação entre conhecimento científico, estratégias de ensino e sensibilidade às demandas formativas dos licenciandos.

A presente pesquisa parte do entendimento de que o CDC, ao integrar saberes disciplinares, metadisciplinares, psicopedagógicos e contextuais, oferece uma base sólida para analisar como o ensino de Química se materializa na prática dos professores e como esses profissionais enfrentam os desafios contemporâneos da educação, como o uso das tecnologias digitais, a valorização da dimensão emocional da docência e a busca por práticas mais inclusivas, críticas e significativas.

Portanto, compreender o CDC como ferramenta de análise e de ação pedagógica implica adotar uma postura investigativa sobre o ensino, valorizando o professor como

sujeito de saber, como profissional reflexivo e como protagonista na construção de uma educação científica mais comprometida com a formação integral dos estudantes.

Nesse contexto, destaca-se também o modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge), proposto por Mishra e Koehler (2006), como uma ampliação do conceito de Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK), ao incorporar de forma sistemática o componente tecnológico no conhecimento docente. O TPACK compreende que o domínio de tecnologias digitais emergentes não deve ser visto de forma isolada, mas como parte integrante do saber profissional do professor, exigindo a articulação entre três grandes áreas do conhecimento: o conhecimento do conteúdo (Content Knowledge - CK), o conhecimento pedagógico (Pedagogical Knowledge - PK) e o conhecimento tecnológico (Technological Knowledge - TK). Essa interseção, quando bem consolidada, permite que o professor utilize recursos tecnológicos de maneira crítica, contextualizada e pedagogicamente eficaz, aprimorando sua prática e tornando o ensino mais atrativo e significativo para os estudantes. No ensino de Química, o TPACK oferece um referencial teórico robusto para compreender como os docentes podem integrar ferramentas digitais, simulações, recursos audiovisuais e até Inteligência Artificial no planejamento e na execução de suas aulas, promovendo experiências de aprendizagem mais dinâmicas e alinhadas com as demandas da contemporaneidade.

2.2 INTELIGÊNCIA EMOCIONAL NO ENSINO DE QUÍMICA: EMOÇÃO COMO SABER DOCENTE

Tradicionalmente, a formação docente esteve fortemente centrada no domínio de conteúdos e metodologias de ensino, relegando a um segundo plano as emoções, os afetos e as relações interpessoais como dimensões constitutivas do trabalho docente. No entanto, nas últimas décadas, a pesquisa educacional tem destacado que o ensino não é apenas uma atividade técnica, mas essencialmente relacional, exigindo do professor a capacidade de reconhecer e lidar com os aspectos emocionais envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem. Nesse contexto, a Teoria da Inteligência Emocional (IE) tem ganhado espaço como uma abordagem que permite compreender e integrar as competências socioemocionais no exercício da docência.

A noção de Inteligência Emocional foi desenvolvida inicialmente por Peter Salovey e John Mayer (1990), sendo amplamente difundida por Daniel Goleman (1995), que a define como a capacidade de reconhecer os próprios sentimentos e os dos outros, de motivar-se e de gerir bem as emoções dentro de si e nos relacionamentos. Goleman estrutura a IE em cinco competências principais: autoconhecimento emocional, controle emocional, automotivação, empatia e habilidades sociais.

No ambiente educacional, essas competências se mostram fundamentais para a criação de um clima de sala de aula acolhedor, ético e propício à aprendizagem. Professores emocionalmente competentes tendem a ser mais empáticos, a reconhecer os sinais de desmotivação ou ansiedade nos estudantes e a adotar estratégias pedagógicas mais ajustadas às necessidades emocionais da turma. Além disso, conseguem lidar melhor com o estresse, com os conflitos interpessoais e com as exigências múltiplas da profissão docente, o que impacta diretamente na qualidade da sua mediação pedagógica (Zakrzewski, 2016).

A IE influencia diretamente o desenvolvimento do CDC. Isso porque a prática docente exige do professor não apenas a seleção de conteúdos e estratégias, mas também a leitura sensível das reações dos alunos, a escuta atenta de suas dúvidas e angústias e a mediação de situações afetivamente carregadas, como a frustração diante do erro ou a insegurança frente a conteúdos complexos. A construção do CDC, portanto, é atravessada por emoções tanto do professor quanto dos estudantes que afetam o modo como o conhecimento é elaborado, comunicado e reconstruído.

Como observa Imbernón (2021, p. 55), “a formação docente deve conseguir subsidiar alternativas para que o professor, ao encontrar uma situação-problema de aprendizagem, consiga promover mudanças no contexto em que se produz a educação”. Essa afirmação remete à necessidade de que o professor seja capaz de compreender o componente emocional dessas situações-problema e de agir com sensibilidade, criatividade e empatia. Nesse sentido, o saber emocional torna-se um recurso didático invisível, mas extremamente potente, que permite ao docente sustentar o vínculo pedagógico e manter os estudantes engajados, mesmo diante das dificuldades cognitivas.

Em disciplinas como a Química frequentemente associadas à rigidez, ao tecnicismo e ao fracasso escolar, a dimensão emocional torna-se ainda mais relevante. Muitos alunos desenvolvem crenças negativas em relação à sua capacidade de aprender

Ciências, o que gera bloqueios afetivos e baixa autoestima acadêmica. Um professor que compreende essas dinâmicas e que atua com base na IE pode desconstruir tais bloqueios, oferecendo apoio emocional, validando os esforços dos estudantes e criando um ambiente de aprendizagem mais seguro, inclusivo e motivador.

Além disso, a IE é essencial para o uso pedagógico de tecnologias digitais. Ferramentas como plataformas adaptativas, simuladores e recursos baseados em Inteligência Artificial só produzem resultados positivos quando integradas a um projeto pedagógico que considere as emoções, os interesses e as dificuldades dos estudantes. O uso isolado e tecnocrático da tecnologia pode acentuar desigualdades e desumanizar o processo educativo. Por isso, é preciso que o professor desenvolva competências emocionais que lhe permitam mediar o uso da tecnologia com sensibilidade e responsabilidade, alinhando o CDC às necessidades reais dos alunos.

Na formação docente, portanto, a IE deve ser compreendida não como um atributo pessoal ou uma habilidade inata, mas como um saber profissional passível de ser desenvolvido, cultivado e refletido, assim como os demais componentes do CDC. A presença da IE na prática pedagógica amplia a potência do CDC e reforça a importância de uma docência humanizada, crítica e comprometida com o bem-estar integral dos estudantes (Freitas; Pacífico, 2020).

Neste estudo, a IE é mobilizada como uma lente teórica para analisar as competências emocionais que influenciam a construção do CDC entre professores de Química da Educação Básica e do Ensino Superior. Busca-se compreender como esses docentes percebem suas emoções, como as integram à prática pedagógica e de que forma essas competências impactam o planejamento, a mediação e a avaliação das aprendizagens em contextos mediados ou não por tecnologias digitais.

2.2.1 Conceito de Inteligência Emocional

A Teoria da Inteligência Emocional, desenvolvida a partir das pesquisas de Salovey e Mayer, baseia-se no modelo conhecido como Abilit Emotional Intelligence (AEI) (Fernandes, 2023). De acordo com esse modelo, a inteligência emocional abrange um conjunto de habilidades relacionadas ao processamento das emoções. Isso inclui a

capacidade de avaliar adequadamente as próprias emoções e as dos outros, expressá-las de maneira apropriada e regulá-las de forma adaptativa (MacCann; Roberts, 2008). Indivíduos que desenvolvem sua inteligência emocional são considerados emocionalmente competentes, o que reflete em uma melhor capacidade de lidar com eventos adversos da vida (Eastwick; Finkel; Simpson, 2019).

A popularização do conceito de inteligência emocional teve início com os estudos de Daniel Goleman (Goleman; Senge; Leite, 2015), principalmente no meio acadêmico e social. O modelo de Goleman inclui cinco elementos-chave: autoconsciência, autorregulação, empatia, habilidades sociais e motivação (Salavera; Usán; Teruel, 2019).

Autoconsciência refere-se à capacidade de reconhecer as próprias emoções, enquanto autorregulação envolve lidar com essas emoções. Empatia é a habilidade de compreender e aceitar as emoções dos outros, enquanto habilidades sociais se relacionam à gestão de relacionamentos interpessoais. Por fim, motivação diz respeito ao impulso para alcançar objetivos. Esses elementos são fundamentais para o desenvolvimento emocional saudável de adolescentes e jovens (Fernandes, 2023).

A necessidade de educação socioemocional nas escolas é respaldada pela crescente preocupação com a saúde mental dos adolescentes brasileiros, que enfrentam comportamentos de risco significativos e instabilidade emocional. A inteligência emocional é um fator protetor para a saúde mental, enquanto problemas de internalização podem prejudicar a capacidade de regulação emocional (Escobar *et al.*, 2020).

Além disso, a inteligência emocional está relacionada ao desempenho acadêmico e à realização de tarefas, incluindo atividades escolares (Cortés-Denia *et al.*, 2020). Portanto, a educação socioemocional na adolescência é fundamental, pois pode ser ensinada e aprimorada, contribuindo para o sucesso acadêmico e o bem-estar geral dos estudantes (Fernandes, 2023).

Os sistemas educacionais em diversos países têm adotado programas voltados para o desenvolvimento de habilidades socioemocionais entre crianças e adolescentes (Pereira; Marques-Pinto, 2017). Esses programas têm demonstrado benefícios, como melhoria nos relacionamentos aluno-professor, redução de comportamentos problemáticos e aumento do sucesso acadêmico (Fernandes, 2023).

É fundamental que as atividades educacionais considerem a importância da educação socioemocional para a saúde mental dos estudantes, além de serem

desenvolvidas com base na perspectiva de uma formação integral. A formação dos estudantes deve ir além da preparação para o mercado de trabalho, abrangendo todas as dimensões da vida e promovendo o desenvolvimento cognitivo, afetivo e social. Essa abordagem, que prioriza a formação omnilateral, sustenta a proposta de educação socioemocional no ambiente escolar (Fernandes, 2023).

Os termos frequentemente utilizados para descrever o ensino e a aprendizagem da inteligência socioemocional são "alfabetização emocional" e "educação socioemocional". De acordo com Antunes (2012), o desenvolvimento da alfabetização emocional envolve técnicas destinadas a ajudar os alunos a gerenciar suas emoções, capacitando-os a reconhecer as emoções presentes nos grupos aos quais pertencem em relação a si mesmos e a regular essas emoções. Da mesma forma, a abordagem da educação socioemocional promove a aquisição de habilidades para identificar e gerenciar emoções (Carneiro; Lopes, 2020).

Tanto a alfabetização emocional quanto a educação socioemocional têm como objetivo principal cultivar diversas habilidades nos alunos, incluindo o desenvolvimento de relações sociais positivas e a capacidade de lidar eficazmente com situações desafiadoras. (Carneiro; Lopes, 2020). Alinhadas a essas concepções, abordagens multidisciplinares estão ganhando destaque e impulsionando um movimento global crescente em direção à aprendizagem social e emocional dos estudantes (Goleman; Senge; Leite, 2015).

2.2.2 Emoções no fazer docente: empatia, autorregulação, motivação

No exercício da docência, as emoções não são elementos acessórios, mas constituem dimensões estruturantes da prática pedagógica. O professor, ao interagir com seus alunos, está constantemente mobilizando emoções que influenciam suas decisões, sua postura em sala de aula, sua capacidade de escuta e a forma como interpreta e responde aos desafios cotidianos. Nesse sentido, as emoções no fazer docente estão intrinsecamente relacionadas à constituição do CDC, uma vez que impactam diretamente as formas de mediação, a organização do ensino e o vínculo estabelecido entre professor, estudante e saber.

A empatia é definida como a capacidade de identificar e compreender os sentimentos, pensamentos e perspectivas do outro, sem julgamento. No ambiente escolar, a empatia constitui uma habilidade fundamental para a construção de relações baseadas na confiança, no respeito mútuo e na escuta ativa. Conforme aponta Goleman (1995), professores empáticos conseguem captar sinais emocionais sutis dos estudantes, como ansiedade, frustração ou desmotivação, ajustando suas estratégias didáticas para atender às necessidades emocionais da turma.

A empatia no ambiente escolar favorece o desenvolvimento de relações humanas significativas, contribuindo para a formação integral do aluno e promovendo um clima escolar mais acolhedor. No caso do ensino de Química, uma disciplina frequentemente associada a dificuldades conceituais e sentimento de insegurança por parte dos estudantes, a empatia docente pode ser a chave para desmistificar o conteúdo e promover a autoconfiança na aprendizagem (Ambrosio *et al.*, 2024).

A autorregulação emocional refere-se à capacidade de reconhecer, compreender e gerenciar as próprias emoções diante de situações adversas, evitando reações impulsivas ou prejudiciais ao ambiente de aprendizagem. No fazer docente, essa competência é indispensável, considerando o estresse cotidiano, os conflitos escolares, a sobrecarga de trabalho e as pressões por resultados.

Segundo Salavera, Usán e Teruel (2019), professores com alto grau de autorregulação emocional demonstram maior equilíbrio nas relações interpessoais, maior resiliência frente aos desafios profissionais e menor propensão ao desgaste emocional (burnout). A autorregulação permite que o docente mantenha sua autoridade pedagógica sem recorrer à agressividade, além de favorecer uma postura mais reflexiva e intencional diante da sala de aula.

No contexto do CDC, essa competência emocional se manifesta na capacidade de adaptar o ensino às circunstâncias, de escutar os alunos com paciência e de lidar com os erros e imprevistos com flexibilidade, transformando-os em oportunidades pedagógicas.

A motivação é o motor interno que impulsiona o professor a buscar a melhoria constante de sua prática, mesmo diante das limitações do sistema educacional. Para Goleman (1995), a automotivação está ligada ao senso de propósito, à paixão pelo que se faz e à persistência na busca de objetivos, mesmo em condições adversas. No campo

educacional, essa motivação se traduz em compromisso ético com a aprendizagem dos alunos, disposição para inovar e abertura para o próprio desenvolvimento profissional.

De acordo com Pontes (2020), professores motivados não apenas ensinam com mais entusiasmo, mas também despertam nos estudantes o interesse pelo conhecimento, o prazer pela descoberta e a vontade de aprender. A motivação do professor é, portanto, um fator contagiante, que influencia o clima emocional da sala de aula e a construção de uma cultura de valorização do saber.

Além disso, a motivação docente também está relacionada ao sentimento de eficácia profissional. Professores que percebem resultados positivos em sua prática, seja no desempenho dos alunos, na superação de dificuldades ou no reconhecimento institucional, tendem a manter-se engajados e comprometidos, mesmo diante de desafios estruturais.

Dessa forma, empatia, autorregulação e motivação não são habilidades isoladas, mas competências integradas que atravessam todo o fazer docente e se entrelaçam com os elementos centrais do CDC. Elas não apenas qualificam a mediação pedagógica, mas também potencializam o vínculo com os estudantes, promovendo uma aprendizagem mais significativa e humanizada.

Reconhecer e fortalecer essas dimensões emocionais na formação e na prática docente é, portanto, fundamental para o desenvolvimento de saberes profissionais sensíveis, éticos e reflexivos, capazes de responder às exigências do ensino de Química na contemporaneidade. Como reforça Fonseca (2019), a ausência de preparo para lidar com as emoções limita a eficácia do ensino e fragiliza a relação pedagógica, especialmente em tempos marcados por instabilidade emocional, hiperconectividade e desafios sociais emergentes.

2.2.3 Relação entre IE e CDC: como a IE influencia decisões pedagógicas, vínculos afetivos e engajamento discente

Ao considerar o CDC como uma síntese de saberes construída na prática e voltada para transformar o conhecimento científico em conteúdo ensinável (Shulman, 1986), é possível afirmar que a IE atua como uma condição facilitadora para sua mobilização eficaz. Decisões sobre o que ensinar, como ensinar, quando intervir, como acolher a

dúvida ou a dificuldade do aluno são atravessadas por fatores emocionais e relacionais, os quais impactam diretamente na eficácia da mediação pedagógica.

De acordo com Carlson *et al.* (2019), o CDC promulgado ou seja, o CDC em ação, é expresso nas decisões que o professor toma diante de situações concretas em sala de aula. Nessas decisões, o papel da IE é decisivo: professores emocionalmente competentes conseguem interpretar o contexto afetivo da turma, identificar sinais de engajamento ou desmotivação e adaptar suas estratégias didáticas de modo responsivo. A ausência de sensibilidade emocional na prática docente pode comprometer a qualidade da relação pedagógica, gerar distanciamento entre professor e aluno e afetar negativamente os processos de aprendizagem.

A influência da IE nas decisões pedagógicas também se manifesta na gestão do clima de sala de aula. Professores com autoconhecimento emocional e autorregulação são capazes de manter a serenidade em momentos de conflito, evitando reações impulsivas e promovendo um ambiente emocionalmente seguro para o estudante. Isso é particularmente relevante no ensino de Química, onde os desafios cognitivos e o medo do erro são frequentes. O professor que acolhe a dúvida, valida o esforço e encoraja a persistência contribui para a construção de um espaço de confiança que favorece a aprendizagem ativa (Diesel; Baldez; Martins, 2017).

A criação de vínculos afetivos é outro aspecto onde a IE se articula diretamente ao CDC. A empatia, competência central da IE, permite ao docente perceber as singularidades dos estudantes e adaptar suas estratégias pedagógicas de modo inclusivo. Como já afirmado por Goleman (1995), a empatia docente é a base de relações educacionais éticas e sensíveis, que reconhecem o aluno como sujeito do processo de aprendizagem, não apenas como receptor de conteúdo.

Além disso, a IE está profundamente relacionada ao engajamento discente. Professores que se comunicam de forma assertiva, demonstram entusiasmo e criam conexões emocionais com os alunos tendem a despertar maior interesse pelo conteúdo e gerar maior envolvimento nas atividades. O desenvolvimento da IE na escola não apenas favorece o bem-estar dos estudantes, mas amplia sua disposição para aprender, seu senso de pertencimento e sua autoconfiança acadêmica (Antunes, 2012). Nesse sentido, a IE torna-se um catalisador do CDC: quanto mais o professor é emocionalmente competente,

maior sua capacidade de traduzir o conteúdo em experiências de aprendizagem motivadoras e contextualizadas.

No plano formativo, é necessário reconhecer que o desenvolvimento do CDC não é um processo exclusivamente técnico ou cognitivo. Como destacam Blömeke *et al.* (2015), a competência profissional do professor envolve tanto conhecimentos quanto disposições pessoais e habilidades situacionais. A IE, portanto, atua como ponte entre essas dimensões, sendo elemento indispensável à formação docente reflexiva, ética e comprometida com a humanização do ensino.

2.2.4 IE como dimensão afetiva da docência e pilar da formação humanizada

A docência, por sua própria natureza, é uma prática que se estabelece em contextos de interação humana, marcada por afetos, valores, conflitos e vínculos. Ensinar não é apenas transmitir conteúdos, mas mediar relações, inspirar, acolher e despertar nos estudantes a curiosidade e o desejo de aprender. Nesse processo, a Inteligência Emocional (IE) se constitui como dimensão afetiva fundamental da prática pedagógica, sendo reconhecida cada vez mais como um pilar da formação docente humanizada.

A IE, nos termos de Salovey e Mayer (1990) e Goleman (1995), compreende a capacidade de reconhecer, compreender, regular e utilizar as emoções de modo construtivo. No contexto educativo, ela se traduz na habilidade de o professor lidar com seus próprios sentimentos, com as emoções dos estudantes e com as complexas dinâmicas que ocorrem em sala de aula. Essa competência é essencial para a construção de ambientes de aprendizagem emocionalmente seguros, que favorecem o desenvolvimento cognitivo e o bem-estar de todos os envolvidos.

Como destaca Martins (2025), uma educação verdadeiramente formadora deve ir além da dimensão técnico-conceitual e considerar a formação emocional como parte indissociável do processo educativo. Ignorar as emoções significa limitar a potência transformadora do ensino e negligenciar um aspecto essencial da aprendizagem: o engajamento afetivo. A IE, portanto, atua como uma ponte entre o conhecimento e o sujeito, permitindo que o conteúdo ensinável seja mediado com sensibilidade, ética e consciência das relações humanas envolvidas no ato de educar.

Essa perspectiva é corroborada por Rodrigues e Oliveira (2021), ao afirmarem que a ausência de formação emocional no percurso docente compromete não apenas a qualidade da prática pedagógica, mas também a saúde mental do professor e sua permanência na profissão. Em um cenário marcado por altas taxas de estresse, esgotamento e desmotivação entre docentes, o desenvolvimento da IE é um fator de proteção, pois possibilita maior equilíbrio emocional, empatia e capacidade de resiliência.

Integrar a IE à formação inicial e continuada do professor significa, portanto, reconhecer que formar para a docência é formar para a escuta, para o cuidado, para o diálogo e para o acolhimento. Trata-se de uma concepção ampliada de profissionalismo docente, na qual o professor é compreendido não como mero transmissor de conteúdos, mas como mediador de sentidos e construtor de vínculos.

A dimensão afetiva da docência, estruturada sobre os pilares da IE, também é indispensável para a formação ética e cidadã dos estudantes. Ao modelar atitudes como empatia, respeito, colaboração e tolerância, o professor contribui para a construção de uma cultura escolar mais humanizada, democrática e solidária. Nesse sentido, a IE não apenas qualifica a prática docente, mas atua como referência para a constituição emocional dos próprios alunos, influenciando diretamente seu desenvolvimento pessoal e social.

Além disso, é importante ressaltar que a IE potencializa o CDC. Um professor que domina o conteúdo, mas não sabe ouvir, acolher ou reconhecer os estados emocionais da turma, terá mais dificuldades em promover aprendizagens significativas. A IE favorece a adaptação das estratégias pedagógicas às necessidades do grupo, a escolha de abordagens que respeitem os ritmos e estilos dos estudantes, e a criação de um ambiente propício ao aprendizado colaborativo.

Portanto, a Inteligência Emocional deve ser reconhecida como dimensão indissociável do saber docente, não como algo periférico, mas como elemento constitutivo de um CDC ampliado, que inclui o saber do conteúdo, da didática e da convivência humana. Em tempos de crise na educação, incertezas e transformações aceleradas, investir na formação emocional dos professores é um caminho não apenas para melhorar o ensino, mas para reafirmar a centralidade da escola como espaço de cuidado, diálogo e humanidade.

2.3 TECNOLOGIAS DIGITAIS EMERGENTES E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: DESAFIOS E POSSIBILIDADES NO CDC

A integração da tecnologia na educação tem sido uma jornada contínua de evolução e adaptação, marcada tanto por desafios quanto por oportunidades significativas para o ensino e a aprendizagem (Santos *et al.*, 2024a). O panorama histórico dessa inclusão revela uma progressão desde o uso de ferramentas simples, como slides e retroprojetores, até a adoção de tecnologias digitais avançadas, como tablets, smartphones e plataformas de aprendizagem online. Essa transição reflete não apenas os avanços tecnológicos, mas também uma mudança na percepção sobre o papel da tecnologia na educação (Narciso *et al.*, 2024b).

O rápido avanço tecnológico e a crescente digitalização da sociedade trazem novos desafios e oportunidades para o sistema educacional. Nesse cenário, a incorporação eficaz de tecnologias ao currículo escolar torna-se essencial para responder às exigências de um mundo cada vez mais interconectado e dependente de habilidades digitais. Essa abordagem vai além da simples inclusão de ferramentas tecnológicas no ensino, abrangendo a reformulação de estratégias pedagógicas e currículos para capacitar indivíduos a navegar e prosperar na era digital (Santos *et al.*, 2024b).

As tecnologias emergentes, como as TIC, se tornaram um elemento essencial no cenário educacional atual. Além disso, a interatividade e as metodologias inovadoras desempenham um papel vital na educação contemporânea. A interatividade possibilita uma comunicação rica e significativa entre os alunos e os ambientes digitais, enquanto as abordagens pedagógicas inovadoras colocam o aluno no centro do processo de aprendizagem, promovendo a resolução de problemas, a criatividade e a colaboração (Lino *et al.*, 2024).

As primeiras tecnologias aplicadas ao contexto educacional facilitaram as interações humanas, eliminando barreiras geográficas e aprimorando os processos de aprendizado. A Internet fortalece a ideia de preparação contínua dos profissionais da educação para utilizar diversas tecnologias, não apenas pela rapidez na disseminação de informações, mas também por promover novos modelos de interação (Siqueira *et al.*, 2021). E, o conceito de Educação 4.0 apoia um processo de ensino contínuo, diferindo das metodologias tradicionais que, são aplicadas atualmente com foco apenas na

identificação de erros e acertos dos alunos, sem considerar o aprendizado adquirido durante o processo (Maria; Muñoz; Nicacio, 2024). O professor 4.0 deve ser perceptivo e flexível, criando condições adequadas às exigências desse novo modelo de ensino (Narciso *et al.*, 2024b).

As novas formas de gestão do conhecimento, a valorização de conteúdos digitais e a transformação digital associada à Indústria 4.0 demandarão novas competências dos docentes. Será necessário superar os modelos didáticos pedagógicos tradicionais, permitindo uma maior fluidez e desconstrução do paradigma educacional convencional. Todos os envolvidos precisarão se adaptar rapidamente a essa nova gestão do conhecimento (Lino *et al.*, 2024; Lopes; Castro; Oliveira, 2024; Sharma, 2019).

Essas tecnologias se aplicam a todos os períodos da educação, desde a educação infantil até o ensino superior, proporcionando ferramentas inovadoras que enriquecem o processo de ensino e aprendizagem em todas as fases do desenvolvimento acadêmico. Na sociedade contemporânea, mesmo antes de aprenderem a ler e escrever de maneira tradicional, muitas crianças já usam e conseguem explorar tablets e smartphones (Lopes; Castro; Oliveira, 2024).

No âmbito educacional, a IA está se tornando cada vez mais presente, proporcionando experiências de aprendizagem adaptativas e personalizadas, o que melhora significativamente o engajamento e a eficiência dos alunos. Sistemas de tutoria inteligente exemplificam essa aplicação prática, oferecendo feedback e suporte personalizados aos alunos, ajustando os materiais de ensino de acordo com as dificuldades identificadas. Além disso, assistentes virtuais facilitam a comunicação e a organização de tarefas, enriquecidos pelo PLN, permitindo interações mais naturais e eficientes (Santos *et al.*, 2024a).

As Tecnologias Emergentes (TE) estão cada vez mais presentes no cotidiano dos alunos desde cedo. Diante deste cenário, é evidente que as instituições de ensino não podem ignorar uma cultura que tem uma incidência cada vez maior nas relações sociais. Nas discussões voltadas para a educação, é fundamental reconhecer que a formação docente merece atenção especial (Almeida, 2024).

Na contemporaneidade da sala de aula, é essencial que os educadores assumam o papel de guias orientadores, em vez de serem apenas transmissores de conteúdo. As aulas devem ser voltadas para a pesquisa e experimentação, enquanto as instituições de ensino

precisam promover redes de aprendizagem interconectadas entre professores e alunos, possibilitando a aquisição de conhecimento tanto no ambiente escolar quanto fora dele (Lino *et al.*, 2024).

Diante disso, percebe-se que a contemporaneidade trouxe consigo um desafio significativo no campo educacional, onde a evolução tecnológica tem sido fundamental na redefinição do currículo e das práticas pedagógicas. A história do currículo, desde seus primórdios nos Estados Unidos até sua influência no Brasil, reflete uma busca contínua por métodos mais eficazes de educação, com foco no desenvolvimento do aluno como um sujeito ativo e crítico (Moretto, 2011).

Alguns estudos, como o de Lopes, Castro e Oliveira (2024) e Almeida (2024) consideram ainda insuficiente o reconhecimento da necessidade formativa dos professores para o uso pedagógico das tecnologias na educação, apesar de muitas pesquisas estarem sendo desenvolvidas sobre este tema no Brasil.

Sobre as teorias pedagógicas que sustentam o uso das TE na educação, Oliveira (2020) destaca a importância do construtivismo e da aprendizagem significativa, argumentando que a integração das tecnologias digitais no ensino deve ser vista como uma oportunidade para promover uma aprendizagem ativa, na qual o aluno é o protagonista de seu processo educativo. Essa perspectiva ressalta a necessidade de estratégias pedagógicas que não apenas utilizem tecnologias digitais como ferramentas de ensino, mas que também fomentem uma mudança paradigmática na relação entre aluno, conhecimento e professor.

Além disso, Silva *et al.* (2022) discutem como as metodologias ativas, apoiadas por tecnologias digitais, podem ser aplicadas para aumentar o engajamento dos alunos e promover um aprendizado mais efetivo e significativo. Essa visão corrobora a ideia de que a integração de tecnologias digitais na educação, junto com uma abordagem pedagógica inovadora, é essencial para atender às demandas de um cenário educacional em constante evolução.

Portanto, ao serem incorporadas como ferramentas de ensino-aprendizagem, as tecnologias digitais oferecem uma série de benefícios, incluindo maior acessibilidade ao conteúdo, personalização da aprendizagem e a possibilidade de interações dinâmicas entre alunos e professores (Narciso *et al.* 2024a, 2024b; Santos *et al.*, 2024a, 2024b).

No entanto, a incorporação dessas tecnologias deve ser feita de maneira planejada e cuidadosa. A simples presença de tecnologia não assegura uma educação de qualidade; é crucial que a integração tecnológica seja acompanhada de uma sólida estratégia pedagógica. Para que essa transformação seja bem-sucedida, é essencial que os educadores estejam bem-preparados para utilizar essas tecnologias de forma eficaz. A formação contínua dos professores no uso de novas tecnologias é fundamental para garantir que o currículo atenda às necessidades dos alunos na era digital. Embora a tecnologia tenha o potencial de transformar o currículo, a eficácia dessa transformação depende de um planejamento cuidadoso e da capacitação adequada dos educadores (Lino *et al.*, 2024).

2.3.1 Articulação com TPACK como suporte à compreensão do CDC tecnológico

Embora o conceito de TPACK (Mishra; Koehler, 2006) seja amplamente utilizado para descrever a integração de tecnologia no ensino, nosso estudo adota uma perspectiva de CDC como uma adaptação prática e específica para o ensino de Química. O CDC de Mídia Digital refere-se ao conhecimento necessário para aplicar tecnologias digitais no ensino de Química de forma alinhada ao conteúdo curricular e às necessidades pedagógicas específicas.

O CDC incorpora elementos de Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) e Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK), mas se concentra em como os professores aplicam esses conhecimentos em situações reais de ensino, considerando as particularidades do conteúdo químico e o contexto do Ensino Médio.

Nosso estudo está situado no contexto da formação de professores de Química e investiga a integração de tecnologias digitais específicas para essa disciplina. Isso inclui ferramentas como:

- Simulações moleculares interativas, que permitem visualizar ligações e estruturas moleculares.
- Plataformas para experimentos virtuais, que simulam reações químicas em ambiente controlado.
- Sensores de smartphone, que permitem a coleta e análise de dados experimentais, como medições de pH e temperatura.

Com base nisso, exploramos como o CDC relacionado à mídia digital pode ser desenvolvido durante a formação inicial de professores de Química, permitindo uma aplicação significativa e eficaz dessas ferramentas no Ensino Médio, promovendo um aprendizado mais interativo e contextualizado para os alunos.

2.3.2 Uso de IA na personalização da aprendizagem, simulações e ensino adaptativo

A incorporação de tecnologias digitais nas salas de aula convencionais representa uma transformação no paradigma educacional, introduzindo um modelo de ensino híbrido que integra componentes presenciais e virtuais. Essa abordagem visa atender às exigências contemporâneas por uma educação mais flexível, acessível e personalizada, adaptando-se às necessidades individuais dos alunos. Nesse cenário, o ensino híbrido apresentado no estudo de Narciso *et al.*, (2024c) surge como uma estratégia para aprimorar a experiência de aprendizagem, permitindo acesso a uma variedade de conteúdos e promovendo interações didáticas inovadoras.

Por sua vez, a integração de tecnologias digitais no ensino presencial básico é um elemento importante na transformação das práticas educativas atuais. Segundo Narciso *et al.*, (2024) a incorporação de Sistemas de Gestão de Aprendizagem (LMS), aplicativos educacionais e tecnologias de realidade aumentada, entre outros, demonstra um esforço para enriquecer o ambiente de aprendizagem, tornando-o mais interativo e adaptável às necessidades dos alunos.

Dentro desse contexto, a combinação de metodologias ativas com tecnologias digitais cria um ambiente altamente propício para a aprendizagem significativa. Abordagens como sala de aula invertida, aprendizagem baseada em projetos e gamificação se beneficiam diretamente da integração de ferramentas digitais (Balsan; Franz; Souza, 2019). Silva *et al.* (2022) destacam que o uso de metodologias ativas apoiadas por tecnologias digitais aumenta a interação entre alunos e conteúdo, facilitando a construção colaborativa e engajada do conhecimento.

Especificamente, a realidade aumentada oferece oportunidades para explorar conteúdos educacionais de maneiras inovadoras (Narciso *et al.*, 2024a; Pachêco *et al.*, 2024). Narciso *et al* (2024) observa que a realidade aumentada permite a criação de

experiências imersivas em sala de aula, onde os alunos podem interagir com conceitos e fenômenos de forma dinâmica, superando as limitações do ensino tradicional. Esta abordagem destaca o potencial transformador das tecnologias digitais na educação, proporcionando experiências de aprendizagem que vão além dos limites físicos da sala de aula (Narciso *et al.*, 2024c, 2024b; Pachêco *et al.*, 2024).

Além disso, o uso de LMS e aplicativos educacionais facilita o acesso a uma ampla gama de recursos pedagógicos, permitindo que os professores personalizem o ensino de acordo com os objetivos educacionais e as necessidades individuais dos alunos. Barreto (2021) reforça que a implementação de LMS nas escolas permite um acompanhamento mais preciso do progresso dos alunos e oferece uma plataforma para a distribuição de materiais didáticos e a realização de avaliações online.

Há ainda a gamificação que é uma estratégia que utiliza elementos de jogos no processo de ensino-aprendizagem, incentivando os alunos a encontrarem soluções em um ambiente de aprendizado que promove o desenvolvimento de habilidades. A gamificação transporta os alunos para um contexto diferente, onde vivenciam histórias, investigam situações e solucionam problemas, pois os jogos atendem a necessidades humanas básicas, como prazer e satisfação (Pimenta; Santos, 2021).

Os jogos podem ser uma estratégia motivadora na educação, associando prazer e engajamento ao aprendizado em uma linguagem compatível com a realidade atual. Diversão e seriedade coexistem nesse processo, e jogar influencia positivamente aspectos cognitivos, culturais, sociais e afetivos. Diversas pesquisas e iniciativas buscam melhorar e aumentar a motivação e o engajamento dos alunos, incluindo a gamificação. Os elementos dos jogos, como recompensas, status e desafios, estão relacionados a desejos e necessidades humanas. A gamificação pode ser utilizada na educação para motivar e engajar os alunos, tornando-os mais participativos e aumentando sua interação (Koster, 2004; Klock *et al.*, 2014).

A aprendizagem maker envolve uma abordagem baseada em projetos, significativa e colaborativa, visando a resolução de problemas e a construção de artefatos através de processos de fabricação digital ou física. Esta abordagem incentiva os alunos a transformarem ideias em produtos, proporcionando uma aprendizagem mais significativa, motivadora e memorável (Blikstein; Valente; Moura, 2020).

Os recursos educacionais abertos são definidos como materiais de ensino, aprendizado e pesquisa, disponíveis em qualquer formato ou mídia, que estão em domínio público ou licenciados de forma aberta, permitindo seu uso ou adaptação por terceiros. Além de valorizar práticas de aprendizagem alinhadas à cultura web, são considerados um dos impulsionadores de novas configurações de ensino e aprendizagem (Leite; Latanza, 2014).

Por fim, os Algoritmos de IA estão sendo utilizados para criar conteúdo educacional personalizado, tornando o aprendizado mais envolvente e efetivo. A implementação da IA na educação oferece benefícios, como a personalização do aprendizado e a criação de percursos de aprendizagem adaptados às necessidades individuais dos alunos. Para os professores, a IA fornece ferramentas para planejamento, avaliação e feedback, além de automatizar tarefas administrativas, reduzindo a carga de trabalho. As instituições educacionais também se beneficiam da eficiência operacional proporcionada pela IA melhorando a gestão e a administração dos processos educacionais (Ludermir, 2021; Vicari, 2021).

O futuro da educação envolverá uma parceria entre humanos e tecnologia, garantindo uma aprendizagem mais inteligente e eficiente (Balsan; Franz; Souza, 2019). A educação 4.0 se caracteriza pela personalização do processo de aprendizagem, onde os alunos têm total flexibilidade para serem os arquitetos de seu próprio caminho, com a liberdade de aspirar, abordar e alcançar seus objetivos educacionais e profissionais de acordo com suas escolhas (Mokhtar; Alshboul; Shahin, 2019).

A Educação 4.0 deverá ser capaz de proporcionar ensino personalizado e aprendizagem significativa, requisitos essenciais que serão viabilizados pelas ferramentas e recursos tecnológicos acessíveis a educadores e instituições de ensino (Balsan; Franz; Souza, 2019; Sharma, 2019).

A transformação na gestão do ensino e aprendizagem em resposta à Educação 4.0 visa formar indivíduos criativos e inovadores. As habilidades necessárias para o século XXI incluem liderança, colaboração, criatividade, alfabetização digital, comunicação eficaz, inteligência emocional, empreendedorismo, cidadania global, resolução de problemas e trabalho em equipe (Siqueira *et al.*, 2021).

No ensino de Química, as tecnologias digitais oferecem oportunidades para visualizar fenômenos abstratos, simular reações químicas, realizar experimentações

virtuais e acessar recursos educacionais em tempo real. Esses recursos contribuem para tornar o ensino mais dinâmico, interativo e alinhado ao perfil dos estudantes da contemporaneidade, acostumados a interfaces digitais desde muito cedo. Contudo, para que essas ferramentas cumpram um papel formativo significativo, elas precisam ser intencionalmente articuladas ao CDC do professor.

A mera inserção de tecnologias na sala de aula não garante inovação pedagógica. De acordo com Mishra e Koehler (2006), é preciso que o professor desenvolva um conhecimento integrador, que combine conteúdo, pedagogia e tecnologia, o que os autores denominam como TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge). Embora o modelo TPACK ofereça importantes contribuições para compreender essa integração, nesta pesquisa ele será mobilizado apenas como apoio complementar, uma vez que o referencial teórico central é o CDC. Isso porque o CDC já contempla, em sua formulação ampliada, dimensões didáticas, epistemológicas, contextuais e afetivas que dialogam com o uso crítico e situado das tecnologias no ensino.

No ensino de Química, a IA pode ampliar a mediação do professor ao apoiar o trabalho com múltiplas representações, facilitar o acesso a recursos interativos e estimular a autonomia dos estudantes. No entanto, sua incorporação crítica exige que o professor possua o que se pode chamar de CDC tecnológico, ou seja, a capacidade de selecionar, adaptar e integrar ferramentas tecnológicas ao planejamento didático, de modo a ampliar a compreensão conceitual, o engajamento e a construção ativa do conhecimento.

Essa competência docente, no entanto, não se desenvolve espontaneamente. Como mostram Lipolli *et al.* (2019), a formação inicial e continuada de professores ainda apresenta lacunas significativas no que diz respeito ao uso pedagógico de tecnologias digitais. Muitos docentes relatam insegurança, resistência ou dificuldade em integrar as TIC de forma coerente com seus objetivos de ensino. Além disso, fatores como a falta de infraestrutura nas escolas públicas, o excesso de tarefas burocráticas e a ausência de apoio institucional dificultam o uso efetivo da tecnologia como ferramenta pedagógica.

Outro desafio importante diz respeito à dimensão ética e emocional do uso de tecnologias. O ensino mediado por plataformas e algoritmos exige do professor não apenas domínio técnico, mas também sensibilidade para reconhecer os efeitos dessas ferramentas sobre os vínculos pedagógicos, a subjetividade dos estudantes e o clima emocional da sala de aula. Como destaca Ottoobre e Temporelli (2013), a cultura digital

contemporânea tem produzido sujeitos hiperconectados, mas emocionalmente distantes, o que impõe à escola o desafio de reconstruir relações baseadas na empatia, na escuta e no cuidado.

Nesse sentido, o uso de tecnologias, especialmente da IA, deve ser pensado em articulação com a Inteligência Emocional (IE). Ferramentas digitais que não levam em conta as emoções dos estudantes podem reforçar desigualdades, excluir sujeitos em situação de vulnerabilidade ou automatizar práticas pedagógicas desumanizadas. Por outro lado, quando integradas ao CDC e à IE, as tecnologias podem potencializar práticas inclusivas, interativas e acolhedoras, favorecendo o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais.

Neste estudo, o foco não está na tecnologia como fim em si, mas como meio para fortalecer o CDC em um ambiente de aprendizagem que reconheça a centralidade das emoções e a complexidade do saber docente. Ao investigar como professores de Química da Educação Básica e do Ensino Superior integram tecnologias digitais, com ênfase na Inteligência Artificial às suas práticas pedagógicas, busca-se compreender quais saberes são mobilizados, quais dificuldades emergem e quais sentidos os docentes atribuem ao uso da tecnologia no processo de ensino e aprendizagem.

3 METODOLOGIA

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

3.1.1 Quanto aos Objetivos

A presente pesquisa tem como objetivo investigar como o CDC é desenvolvido por professores de Química da Educação Básica e do Ensino Superior, considerando as competências emocionais docentes e o uso intencional de tecnologias digitais emergentes, com ênfase nas ferramentas baseadas em IA. Com base nessa proposta, a pesquisa se classifica, quanto aos seus objetivos, como exploratória, descritiva e aplicada.

Segundo Gil (2017), a pesquisa exploratória busca proporcionar maior familiaridade com um problema pouco estudado, permitindo ao pesquisador aprofundar a compreensão do fenômeno investigado. No presente estudo, essa abordagem se justifica pela necessidade de explorar como os professores concebem e integram, em sua prática docente, dimensões do CDC relacionadas a aspectos emocionais e tecnológicos, temática ainda incipiente no campo do ensino de Química, especialmente quando articulada à IA.

Quanto ao caráter descritivo, a pesquisa visa identificar e caracterizar as práticas pedagógicas mobilizadas pelos docentes, compreendendo como constroem vínculos afetivos com os estudantes, como organizam o ensino da Química em diferentes contextos educacionais e de que modo incorporam recursos digitais em suas aulas. Essa etapa permitiu observar e descrever elementos concretos da prática docente, com base nos relatos e documentos coletados, revelando estratégias, crenças e saberes mobilizados no cotidiano escolar e universitário.

Por fim, classifica-se também como uma pesquisa aplicada, pois busca gerar subsídios teóricos e práticos que possam contribuir para a formação inicial e continuada de professores de Química. Ao analisar as interações entre CDC, competências emocionais e tecnologias digitais emergentes, a pesquisa pretende apontar caminhos para o aprimoramento da prática pedagógica e para o desenvolvimento de políticas formativas mais sensíveis aos desafios contemporâneos da educação científica.

3.1.2 Quanto à Abordagem

Quanto à abordagem metodológica, esta pesquisa é de natureza qualitativa, pois busca compreender os significados atribuídos pelos professores de Química às suas práticas pedagógicas, considerando a forma como constroem e mobilizam o CDC, integram tecnologias digitais emergentes e desenvolvem competências emocionais no exercício docente.

A abordagem qualitativa, conforme destaca Bogdan e Biklen (1994), permite analisar fenômenos educacionais em profundidade, privilegiando a perspectiva dos sujeitos e a complexidade dos contextos em que estão inseridos. Neste estudo, a ênfase recai sobre a interpretação das experiências, percepções e estratégias dos docentes, buscando identificar padrões, singularidades e sentidos construídos a partir de suas trajetórias e atuações em sala de aula.

Por meio da análise de entrevistas semiestruturadas, narrativas reflexivas e, quando possível, materiais de ensino produzidos pelos professores, pretende-se apreender como os saberes docentes se manifestam em ações concretas e como são influenciados por fatores emocionais, tecnológicos e institucionais.

A escolha da abordagem qualitativa também se justifica pelo caráter subjetivo dos construtos investigados, como vínculos afetivos, mediação tecnológica e prática pedagógica, que não podem ser reduzidos a variáveis quantificáveis, exigindo, portanto, uma abordagem interpretativa, sensível às nuances e à pluralidade das experiências docentes.

3.1.3 Procedimento Técnico

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, esta pesquisa caracteriza-se como um estudo de campo de natureza qualitativa, com coleta de dados realizada por meio de entrevistas semiestruturadas com professores de Química da Educação Básica e do Ensino Superior, atuantes em instituições públicas e privadas no município de Bagé-RS.

As entrevistas foram escolhidas como técnica principal de investigação por permitirem acessar em profundidade os significados atribuídos pelos docentes às suas práticas pedagógicas, em especial no que tange ao desenvolvimento do CDC, à presença das competências emocionais na mediação didática e à integração das tecnologias digitais emergentes, com ênfase na utilização de ferramentas baseadas em IA.

Para a coleta de dados desta pesquisa, foi elaborado um roteiro de entrevista semiestruturada com o objetivo de explorar, em profundidade, as percepções e experiências de professores de Química da Educação Básica e do Ensino Superior em relação ao desenvolvimento do CDC, às competências emocionais docentes e ao uso de tecnologias digitais emergentes, especialmente aquelas mediadas por IA.

As entrevistas foram organizadas em quatro blocos temáticos, de forma a possibilitar um levantamento mais sistemático das categorias investigadas, sem engessar a liberdade de expressão dos participantes. O roteiro contempla 22 questões abertas, permitindo aprofundamentos conforme a fluidez do diálogo, respeitando a abordagem qualitativa e interpretativa adotada nesta pesquisa.

Estrutura do roteiro:

- Bloco 1 – Perfil e trajetória docente: Busca compreender o percurso formativo e profissional dos entrevistados, identificando o contexto de atuação, o tempo de experiência e as motivações que os levaram à docência. Esse bloco fornece elementos contextuais essenciais para a análise situada do CDC.

- Bloco 2 – CDC: Investiga como os professores planejam, selecionam e desenvolvem os conteúdos de Química, bem como as estratégias que utilizam para tornar o conhecimento acessível aos alunos. As perguntas buscam identificar os saberes mobilizados nas práticas docentes, articulando conteúdo, didática, experiência e contexto.

- Bloco 3 – Competências emocionais na prática docente: Apura como os docentes percebem e gerenciam as emoções em sala de aula, tanto as próprias quanto as dos alunos, e de que forma isso interfere na construção de vínculos, no clima escolar e nas decisões pedagógicas. Este bloco está fundamentado na teoria da Inteligência Emocional (Goleman, 1995; Salovey ; Mayer, 1990).

- Bloco 4 – Tecnologias digitais e Inteligência Artificial: Explora o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e da IA nas aulas de Química, investigando como esses recursos são incorporados ao CDC. Embora o modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) seja utilizado como lente complementar para análise, o foco permanece centrado no CDC, considerando o TPACK como suporte interpretativo para compreender a articulação entre conteúdo, pedagogia e tecnologia.

Por fim, foi incluída uma pergunta de encerramento, com o intuito de permitir que o participante acrescentasse informações relevantes que não tenham sido contempladas nos blocos anteriores.

A escolha pela entrevista semiestruturada justifica-se pela sua capacidade de captar percepções, interpretações, sentimentos e práticas concretas dos sujeitos pesquisados, em suas próprias palavras, favorecendo uma abordagem dialógica e sensível à complexidade do fazer docente. A flexibilidade do instrumento permite ajustes durante a aplicação, respeitando a singularidade de cada entrevistado, sem comprometer a comparabilidade dos dados obtidos.

O roteiro foi construído com base nos objetivos da pesquisa, nos referenciais teóricos adotados (CDC, IE e tecnologias emergentes), e em estudos correlatos sobre a formação docente, práticas pedagógicas e inovação no ensino de Ciências. Além disso, alguns itens foram inspirados em instrumentos validados do modelo TPACK, reformulados em formato de perguntas abertas, em consonância com a abordagem qualitativa interpretativa adotada neste estudo.

As entrevistas foram realizadas individualmente, de forma presencial ou online (conforme disponibilidade dos participantes), com duração média de 40 a 60 minutos. Todas as entrevistas foram previamente agendadas, gravadas com autorização dos participantes e transcritas na íntegra para fins de análise.

Esse procedimento técnico está em consonância com os objetivos da pesquisa, que busca investigar como o desenvolvimento do CDC entre professores de Química da Educação Básica e do Ensino Superior é influenciado pelas competências emocionais docentes e pelo uso intencional de tecnologias digitais emergentes, com ênfase na Inteligência Artificial, em suas práticas pedagógicas.

Esta pesquisa não foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa, pois, no momento de sua realização, compreendeu-se que sua natureza qualitativa, com professores maiores de idade, sem coleta de dados sensíveis, sigilosos ou clínicos se enquadrava nas situações de baixo risco previstas pela Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, que regulamenta as pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. Apesar disso, todos os princípios éticos estabelecidos por essa resolução foram cuidadosamente respeitados. Os participantes foram previamente informados sobre os objetivos e procedimentos do estudo, concordaram em participar de forma voluntária,

puderam se retirar a qualquer momento e tiveram sua identidade preservada por meio do uso de pseudônimos e da omissão de quaisquer dados identificáveis. A pesquisa garantiu o respeito à dignidade, à autonomia e à integridade dos sujeitos, não gerando constrangimento, prejuízo ou qualquer tipo de risco à sua integridade física, psicológica, moral ou profissional.

3.2 O CONTEXTO DA PESQUISA E OS SUJEITOS PARTICIPANTES

A pesquisa foi realizada no município de Bagé-RS, entre os meses de janeiro e maio de 2025, com professores de Química atuantes majoritariamente na Educação Básica. Embora a maior parte dos participantes esteja vinculada exclusivamente ao Ensino Médio, um dos docentes entrevistados também atua na formação inicial de professores em cursos de Licenciatura, o que permitiu o diálogo entre diferentes níveis da docência na análise do conhecimento didático do conteúdo (CDC).

Participaram oito professores de Química, vinculados às redes municipal, estadual, federal e particular de ensino. O Quadro 1 apresenta um panorama geral do perfil dos participantes, considerando o tempo de atuação docente, o nível de ensino e as principais características pedagógicas identificadas nas entrevistas.

Os critérios de inclusão foram: atuação na docência em Química no Ensino Médio (com ou sem vínculo adicional com o Ensino Superior), experiência mínima de três anos na função docente, e disponibilidade para participar voluntariamente da entrevista. Os participantes foram selecionados por amostragem intencional, com base em redes de contato profissional e recomendações de professores da região.

O primeiro contato foi realizado por e-mail e aplicativos de mensagens (como o WhatsApp), com apresentação dos objetivos da pesquisa e explicação dos princípios de anonimato, ética e voluntariedade. As entrevistas foram conduzidas individualmente, de forma presencial ou remota, conforme a preferência dos professores, com duração média de 60 minutos. O roteiro da entrevista semiestruturada abordou temas como a construção do CDC, o uso das tecnologias digitais emergentes, as relações com a Inteligência Artificial e a dimensão emocional da prática docente.

O primeiro contato com os participantes foi feito por e-mail e por aplicativos de mensagens, como o WhatsApp, com o envio do convite e a apresentação dos objetivos da pesquisa, incluindo informações sobre o sigilo, o uso dos dados e a liberdade de participação. Após o aceite, foram agendadas entrevistas semiestruturadas individuais, realizadas presencialmente ou por videoconferência, conforme a preferência e disponibilidade de cada docente.

As entrevistas aconteceram entre janeiro e maio de 2025, com duração média de 60 minutos, e foram guiadas por um roteiro previamente elaborado, que abordava as concepções sobre o ensino de Química, a construção do conhecimento didático do conteúdo, as experiências pedagógicas vividas, a relação com as tecnologias digitais e as dimensões emocionais envolvidas na prática docente.

Quadro 1 – Perfil dos professores participantes

Código	Rede	Tempo de atuação	Nível de ensino	Principais características pedagógicas
P1	Municipal	8 anos	Ensino Médio	Forte escuta ativa; sensibilidade à diversidade; adaptação criativa em contextos com escassez tecnológica
P2	Estadual	11 anos	Ensino Médio	Clareza conceitual; racionalidade didática; equilíbrio entre métodos tradicionais e recursos digitais
P3	Estadual	20 anos	Ensino Médio	Resiliência diante da precariedade; prática inventiva; planejamento ajustável
P4	Municipal	16 anos	Ensino Médio	Inclusão escolar; atenção às especificidades; afetividade como eixo didático
P5	Federal	10 anos	Ensino Médio	Domínio teórico; apropriação crítica da IA; avaliação reflexiva; escuta pedagógica
P6	Federal	13 anos	Ensino Médio	Valorização do vínculo; coerência didática; escuta sensível; ética no planejamento
P7	Particular	5 anos	Ensino Médio / Licenciatura	Juventude e experimentação; protagonismo discente; uso criativo da IA
P8	Particular	9 anos	Ensino Médio	Planejamento articulado; domínio de metodologias ativas; forte infraestrutura tecnológica disponível

Além da diversidade de redes, os sujeitos apresentaram trajetórias profissionais marcadas por singularidades que influenciam diretamente a constituição do CDC. Enquanto alguns, como P3 e P4, revelam práticas pedagógicas ancoradas na reinvenção cotidiana diante da carência de recursos, outros, como P8 e P5, demonstram como o acesso à infraestrutura e à formação continuada favorece o uso integrado de tecnologias e metodologias inovadoras.

É importante destacar que a seleção dos participantes não teve como objetivo estabelecer comparações hierárquicas entre redes ou estilos de ensino, mas, sim, mapear diferentes formas de construção do CDC a partir de contextos reais, permitindo compreender como os docentes articulam saberes disciplinares, competências emocionais e tecnologias digitais em seus cotidianos escolares.

3.3 INSTRUMENTOS E COLETA DE DADOS

A produção dos dados da pesquisa foi realizada por meio de entrevistas semiestruturadas, aplicadas individualmente com os professores participantes. Essa técnica foi escolhida por sua adequação à abordagem qualitativa e por permitir a exploração aprofundada dos sentidos atribuídos pelos docentes às suas práticas pedagógicas, possibilitando que o pesquisador acesse tanto os saberes estruturados quanto os implícitos, relacionados à experiência, à emoção e à ação docente.

As entrevistas foram guiadas por um roteiro previamente elaborado, fundamentado nos objetivos da pesquisa e nos aportes teóricos adotados. O instrumento foi submetido à validação de conteúdo por meio da apreciação crítica do orientador da pesquisa, que sugeriu adequações na redação de algumas perguntas e na ordem de apresentação dos blocos temáticos. Após os ajustes, o roteiro foi utilizado de maneira flexível, permitindo a escuta aberta e o aprofundamento de temas emergentes durante a interação com os participantes. Os principais eixos abordados incluíram: concepções sobre o ensino de Química, estratégias didáticas adotadas, construção do CDC,

apropriação das tecnologias digitais emergentes e competências emocionais percebidas na prática docente.

As entrevistas foram guiadas por um roteiro previamente elaborado, com base nos três eixos centrais que fundamentam teoricamente a pesquisa:

- CDC;
- Competências Emocionais Docentes, conforme a Teoria da Inteligência Emocional (Goleman, 1995; Salovey e Mayer, 1990);
- Uso de Tecnologias Digitais Emergentes, com destaque para ferramentas baseadas em Inteligência Artificial (Haderer; Ciolacu, 2022).

O roteiro foi dividido em quatro blocos temáticos principais:

1. Perfil profissional e trajetória docente – com foco na formação, tempo de experiência, contextos de atuação e concepções sobre ensino de Química;
2. Saberes didáticos e CDC na prática – com questões voltadas à organização do ensino, seleção de conteúdos, mediação das aprendizagens e avaliação;
3. Gestão emocional e vínculos afetivos – abordando estratégias utilizadas para lidar com conflitos, acolher os estudantes, manter o engajamento e criar um ambiente emocionalmente seguro;
4. Tecnologias digitais e IA na prática pedagógica – incluindo perguntas sobre acesso, formação, experiências anteriores e percepção sobre a integração de ferramentas digitais ao ensino de Química.

3.4 ANÁLISE DE DADOS

Os dados obtidos por meio das entrevistas semiestruturadas foram analisados com base na Análise Textual Discursiva (ATD), conforme proposta por Moraes e Galiuzzi (2011). A escolha dessa técnica justifica-se por sua pertinência em pesquisas qualitativas que buscam compreender a construção de sentidos a partir da linguagem dos sujeitos, respeitando a complexidade e a subjetividade inerentes aos processos educativos.

A aplicação da ATD se deu em três momentos principais:

- a) Unitarização

Neste primeiro movimento, os textos brutos das entrevistas foram lidos exaustivamente e fragmentados em unidades de sentido, ou seja, excertos que expressam ideias completas ou parcialmente articuladas com os objetivos da pesquisa. Essas unidades não são frases isoladas, mas construções discursivas que revelam como os sujeitos elaboram, experienciam e significam sua prática docente. A unitarização permitiu o desmembramento do conteúdo narrado em partes analíticas manejáveis, mantendo a riqueza do discurso.

As unidades foram identificadas com base em sua relevância em relação aos três eixos analíticos do estudo: (i) CDC, (ii) competências emocionais docentes, e (iii) tecnologias digitais emergentes/IA. Foram selecionadas com o cuidado de preservar a voz dos participantes e permitir sua posterior reinterpretação no processo de categorização.

b) Categorização Emergente

Na segunda etapa, as unidades de sentido foram agrupadas por semelhança e afinidade temática, resultando na formulação de categorias intermediárias, que, posteriormente, foram organizadas em categorias finais de análise. A categorização não foi realizada a partir de um sistema prévio, mas emergiu progressivamente do material empírico, respeitando o princípio da indução analítica.

As categorias finais estão alinhadas aos eixos estruturantes da tese, mas foram refinadas com base na especificidade dos dados coletados. Desse modo, não apenas confirmam, mas reelaboram e ampliam os marcos conceituais inicialmente estabelecidos, especialmente no que se refere à articulação entre CDC e Inteligência Emocional, e à apropriação da IA em contextos educacionais distintos.

c) Construção de Metatextos

O terceiro movimento analítico consistiu na elaboração dos metatextos interpretativos, que são textos síntese nos quais as categorias emergentes são articuladas entre si e com o referencial teórico da pesquisa. Os metatextos não se limitam a descrever ou classificar os dados: eles representam a reconstrução interpretativa da realidade investigada, ou seja, a produção de novos sentidos sobre o objeto de estudo com base no diálogo entre a teoria e as experiências narradas pelos participantes.

Esse processo foi orientado por uma postura hermenêutica de compreensão, na qual o pesquisador se coloca como mediador entre a linguagem dos sujeitos e os conceitos que estruturam o campo científico. O resultado é a elaboração de um conhecimento

interpretativo, situado e significativo, capaz de revelar os modos como os professores entrevistados constroem, reelaboram e atualizam o CDC em práticas concretas, nas quais se entrelaçam saberes disciplinares, estratégias pedagógicas, competências afetivas e mediações tecnológicas.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das entrevistas realizadas com os professores participantes deste estudo foi conduzida a partir da perspectiva da Análise Textual Discursiva (ATD), conforme proposta por Moraes e Galiazzi (2006). Esta abordagem metodológica foi escolhida por sua pertinência a estudos qualitativos que buscam compreender processos de construção de sentidos a partir da linguagem dos sujeitos, especialmente em contextos complexos, como o da prática docente.

A ATD caracteriza-se por ser um método de análise textual que integra princípios hermenêuticos, fenomenológicos e construtivistas, permitindo ao pesquisador compreender os significados emergentes nos discursos dos participantes e, ao mesmo tempo, reconstruir categorias teóricas a partir do contato direto com os dados empíricos. Trata-se de um percurso analítico que exige envolvimento ativo, abertura à imprevisibilidade dos dados e sensibilidade para captar nuances discursivas que, muitas vezes, não se revelam em abordagens meramente categóricas.

A escolha da ATD como metodologia de análise mostrou-se especialmente adequada para captar a complexidade dos discursos docentes, uma vez que permitiu preservar a singularidade de cada experiência, ao mesmo tempo em que favoreceu a identificação de padrões, tensões e convergências entre os participantes. Essa abordagem revelou como o CDC é construído em contextos de ensino heterogêneos, marcados por desafios estruturais, emocionais e tecnológicos, e como ele é atravessado por valores, crenças e práticas que constituem a identidade profissional docente.

Na sequência deste capítulo, as seções 4.2, 4.3 e 4.4 apresentam, respectivamente, os resultados da unitarização, as categorias emergentes agrupadas por eixo temático e os metatextos interpretativos, com discussões à luz do referencial teórico mobilizado nesta tese.

4.1 UNITARIZAÇÃO

A análise das falas dos professores participantes revelou unidades significativas que se articulam com os eixos teóricos apresentados no Capítulo 2, especialmente com os conceitos de CDC, Inteligência Emocional (IE) e uso de Tecnologias Digitais e IA no ensino de Química. A unitarização permitiu identificar recorrências discursivas que

evidenciam como o CDC é mobilizado na prática docente, considerando suas quatro dimensões (disciplinar, metadisciplinar, psicopedagógica e contextual), conforme descritas por Parga-Lozano, Denari e Cavalheiro (2017) e aprofundadas por Pastoriza (2015, 2021).

4.1.1 Unidades Relacionadas ao CDC

4.1.1.1 Planejamento, adaptação e escuta pedagógica

Nos relatos dos professores participantes, o planejamento emerge como um elemento central do CDC, articulando saberes disciplinares, psicopedagógicos, metadisciplinares e contextuais (Parga-Lozano; Penagos, 2014; Ariza, 2017). Longe de ser uma etapa burocrática ou fixa, o planejamento é descrito como processo flexível, ajustável e profundamente relacionado ao contexto e às necessidades dos alunos.

“Planejar é fundamental, mas precisa ser com base em quem está na sala. Uma aula não funciona igual para duas turmas diferentes.” (P5) Essa afirmação reflete com clareza a dimensão contextual do CDC. Segundo Parga-Lozano, Denari e Cavalheiro (2017), o CDC não se limita ao domínio técnico do conteúdo, mas envolve a capacidade de adaptar o ensino às características específicas de cada grupo, tornando o planejamento uma prática situada. Para Tardif (2002), esse tipo de saber se constrói na experiência e na relação direta com os alunos e com a realidade institucional.

“No início do ano, converso com os alunos sobre como eles preferem aprender. Alguns gostam mais de mapas mentais, outros preferem listas. Tento equilibrar.” (P8) A prática de P8 demonstra como a escuta ativa e a consideração pelos estilos de aprendizagem integram o processo de planejamento, destacando o aspecto psicopedagógico do CDC. Conforme Ariza (2017), o CDC se fortalece quando o docente articula conhecimento do conteúdo com compreensão dos modos de aprender dos estudantes, construindo estratégias de ensino com base em suas necessidades cognitivas e afetivas.

“Às vezes, o plano de aula precisa mudar no meio da explicação, porque percebo que a turma não acompanhou. Mudo a estratégia na hora.” (P3) Essa fala reforça o entendimento de Marcelo (2009), para quem o CDC exige do professor um saber didático que permite operar ajustes imediatos com base na observação do processo de

aprendizagem. Essa capacidade de adaptação contínua está diretamente ligada ao conceito de regulação didática, amplamente discutido por Perrenoud (1999), que aponta a necessidade de o professor agir em tempo real para sustentar a compreensão dos alunos.

“Sempre deixo espaços no meu plano para ‘improvisos conscientes’. Já sei que algumas turmas demandam mais pausas, outras mais exemplos.” (P7) Aqui, o planejamento é compreendido como um dispositivo aberto, que incorpora a imprevisibilidade do ensino. Tal perspectiva está em consonância com a ideia de intencionalidade pedagógica discutida por Pastoriza (2021), segundo a qual o professor age com base em finalidades formativas, mas reconhece que o percurso da aula é influenciado pelo diálogo com os estudantes e pelas condições reais da sala. Pastoriza (2015) enfatiza que os saberes docentes não se expressam apenas em métodos ou conteúdos, mas também nos discursos, decisões e ajustes feitos pelo professor em sua atuação cotidiana.

“Já comecei uma aula com um PowerPoint pronto e terminei com os alunos desenhando no quadro porque a primeira abordagem não funcionou.” (P2) Esse tipo de decisão pedagógica reflete o que Shulman (1987) descreve como a essência do CDC: o saber que une conteúdo e pedagogia de forma indissociável. O professor precisa ser capaz de reconfigurar a abordagem em função da resposta da turma, mobilizando um conjunto de conhecimentos que não são apenas disciplinares, mas didáticos e contextuais, como apontado também por Parga-Lozano e Penagos (2014).

Os dados revelam que o planejamento docente não se reduz à organização de conteúdos, mas compreende a leitura sensível da realidade escolar, a escuta pedagógica e a antecipação de possibilidades. A flexibilidade planejada, presente nas falas dos professores, demonstra um CDC ativo, capaz de lidar com os limites e potencialidades de cada turma.

Como sintetiza Pimenta (1999), o planejamento deve ser compreendido como uma construção intelectual e ética do professor, que se organiza a partir de uma análise crítica do contexto, da identificação das dificuldades de aprendizagem e da seleção cuidadosa dos caminhos didáticos. Já Tardif (2002) ressalta que o professor constrói esse saber de forma cumulativa e reflexiva, a partir da prática cotidiana e da interação com os alunos.

“Planejo sempre com base na turma, porque cada grupo tem um tempo, uma vibe. A mesma aula nunca é igual.” (P6) Essa percepção de que o planejamento precisa ser

adaptado continuamente está no cerne do CDC, tal como delineado por Pastoriza (2021), que destaca o papel dos professores como sujeitos que interpretam a realidade, refletem sobre a prática e transformam o ensino com base em suas intenções educativas e nas interações que constroem com os estudantes.

4.1.1.2. Transposição didática e uso de analogias

A transposição didática e o uso de analogias aparecem como estratégias recorrentes nas falas dos professores participantes, indicando a presença efetiva do CDC em suas práticas. Segundo Shulman (1987), a essência do CDC está justamente na capacidade do professor de representar o conhecimento de forma acessível e significativa para os alunos, traduzindo conceitos complexos por meio de exemplos, metáforas e analogias que se conectem com o cotidiano dos estudantes.

“Quando vou explicar ligações químicas, uso a ideia de pessoas dando as mãos, formando pares.” (P1) Essa fala revela o esforço de tornar o conhecimento químico, abstrato e altamente simbólico, mais próximo da experiência do aluno. A estratégia de analogia humanizada evidencia o domínio de um CDC que articula conhecimento disciplinar com o conhecimento psicopedagógico, tal como descrito por Parga-Lozano *et al.* (2017). Ao selecionar representações compatíveis com a linguagem e os referenciais dos alunos, o professor atua como mediador entre o saber científico e o saber escolar.

“Para falar de reação endotérmica, digo que é como colocar dinheiro na poupança: você investe energia.” (P4) Analogias desse tipo reforçam o que Ariza (2017) chama de abordagem relacional do CDC, em que a construção do conhecimento passa pela ativação de imagens mentais e comparações que favoreçam a aprendizagem significativa. Ao utilizar situações econômicas como recurso explicativo, o docente amplia o potencial de compreensão conceitual ao integrar experiências sociais aos conteúdos disciplinares.

“Já usei namoro e casamento para explicar ligações iônicas e covalentes. Eles riram, mas lembraram depois.” (P6) Essa abordagem evidencia a função mnemônica e motivacional da analogia. Pastoriza (2015) argumenta que o ensino é sempre atravessado por escolhas discursivas, e que o professor constrói sentidos didáticos com base nas experiências dos alunos e nas suas próprias referências culturais. Ao mobilizar figuras

simbólicas do cotidiano juvenil, o docente faz da analogia um recurso de aproximação cognitiva e afetiva com o conteúdo, o que potencializa o vínculo com a aprendizagem.

Além disso, o uso de analogias aponta para um domínio metadisciplinar do professor sobre os obstáculos epistemológicos dos estudantes, conforme descrito por Parga-Lozano e Penagos (2014). Ao antecipar as dificuldades conceituais, como ocorre frequentemente no ensino de conceitos como entalpia, orbital ou polaridade, os professores ajustam suas explicações para evitar interpretações equivocadas e promover compreensões mais profundas.

“Quando eles não entendem o conceito de mol, eu digo que é como uma ‘dúzia’, mas de partículas.” (P2) Essa fala remete ao princípio da mediação didática eficaz, em que o professor utiliza referências do universo cultural dos alunos para construir pontes cognitivas com os conceitos científicos. Como destaca Marcelo (2009), o CDC se revela não apenas no que o professor sabe, mas no modo como ele transforma esse saber em algo compreensível e significativo. A analogia com a “dúzia” exemplifica esse movimento de transposição didática, em que o conceito técnico é reelaborado em termos acessíveis.

Por fim, a escolha das analogias e a forma como são inseridas no processo de ensino demonstram intencionalidade pedagógica, tal como discutido por Pastoriza (2021). O professor não recorre a essas estratégias de forma aleatória, mas a partir da leitura da turma, do conhecimento das dificuldades recorrentes e da sensibilidade à linguagem que mobiliza o interesse dos estudantes. Isso reforça a ideia de que o CDC é um saber prático, situado e discursivo, que se manifesta nas pequenas escolhas que compõem o cotidiano da sala de aula.

4.1.1.3. Condições institucionais e inovação na precariedade

A análise das entrevistas evidencia que, mesmo diante de adversidades institucionais como falta de materiais, número elevado de alunos por turma e ausência de formação continuada, os professores mobilizam saberes profissionais complexos para sustentar práticas pedagógicas inovadoras. Essa capacidade de agir com criatividade em contextos adversos reflete o que Perrenoud *et al.* (2002) denomina de “engenharia

didática em tempo real”, um saber que emerge da experiência e da necessidade de improvisar soluções diante da precariedade.

“Na escola onde dou aula, quase nunca tem datashow. Então uso cartolina, trago imagens impressas. O conteúdo tem que chegar de algum jeito.” (P3) Essa fala revela o que Pastoriza (2021) chama de responsividade docente: uma postura ativa, que não se limita às condições materiais disponíveis, mas que tensiona os limites estruturais com intencionalidade pedagógica. A criatividade e o compromisso demonstrados pelos professores não são apenas improvisos, mas ações fundamentadas em uma leitura crítica do contexto, conforme defendido por Candau (2016), ao abordar as práticas educativas situadas e resistentes.

“A gente tem que inventar. Já dei aula usando caixa de papelão, balão, porque o laboratório estava trancado.” (P1) Esse movimento de invenção cotidiana remete ao conceito de “docência como prática criadora” de Freire (2011), no qual o ato pedagógico se realiza como resposta crítica às limitações estruturais, sem abdicar do compromisso com a aprendizagem dos alunos. A inovação, portanto, não é um luxo, mas uma exigência para quem atua em realidades escolares marcadas pela escassez.

Além disso, os professores demonstram domínio de um CDC que articula saberes práticos e contextuais. Para Tardif (2002), o saber docente é forjado nas relações com o cotidiano escolar e com as condições objetivas de trabalho. Não é possível separar o conhecimento pedagógico do ambiente em que ele é exercido. Nessa perspectiva, como afirmam Gauthier *et al.* (1998), ensinar bem em condições difíceis exige uma postura reflexiva, uma reconfiguração constante das estratégias didáticas e um forte componente ético. “Tem conteúdo que eu não consigo ensinar como gostaria. A gente tem que adaptar muito, porque o tempo é curto, a estrutura é ruim. Mas eu tento que pelo menos eles saiam com uma base.” (P6)

A fala de P6 sintetiza a tensão entre a intencionalidade do professor e os limites impostos pela realidade institucional. A adaptação constante de estratégias, sem abandonar os objetivos formativos, é o que Ariza (2017) reconhece como núcleo do CDC: a capacidade de transformar o conteúdo científico em conteúdo ensinável, mesmo quando as condições ideais estão ausentes.

Ainda que os professores não utilizem explicitamente o termo “intencionalidade pedagógica”, suas falas evidenciam preocupações que extrapolam os objetivos imediatos

das aulas. O uso de vídeos, IA e estratégias diferenciadas aparece articulado a um desejo de tornar o conhecimento mais acessível, significativo e respeitoso à diversidade dos estudantes, o que revela uma intencionalidade formativa alinhada a princípios ético-educacionais (Moran, 2021; Freire, 1996).

Segundo Pimenta (1999), o professor é um intelectual que age com base em finalidades educativas, e não apenas um executor de prescrições curriculares. Essa dimensão intelectual e ética da docência aparece de forma contundente nos relatos dos professores, que revelam um compromisso com a aprendizagem dos alunos acima das dificuldades logísticas.

“A gente não pode deixar de ensinar porque não tem recurso. O recurso é a gente. A aula tem que acontecer.” (P4) Essa afirmação reflete a compreensão de que a inovação não está atrelada apenas a tecnologias ou metodologias novas, mas a um modo de agir que considera o contexto, os alunos e os desafios institucionais. Como aponta Pastoriza (2021), o CDC é um saber que emerge nas fronteiras da precariedade e se expressa nos gestos pedagógicos de resistência e reinvenção.

4.1.1.4. Diversificação de linguagens e acessibilidade do conteúdo

Nos depoimentos analisados, emerge com força a presença da diversificação de linguagens como estratégia recorrente para tornar o conteúdo de Química mais acessível e significativo aos estudantes. Essa prática evidencia o domínio de um CDC ativo e reflexivo, que, conforme Shulman (1987), consiste na articulação entre o conhecimento do conteúdo e as formas adequadas de sua representação pedagógica.

Alguns alunos não acompanham bem a explicação oral, então uso desenhos, tabelas e vídeos curtos.” (P2) A fala de P2 ilustra o esforço de mediação didática por meio de diferentes Registros de Representação Semiótica, que, segundo Ariza (2017) e Duval (2003), ampliam as possibilidades de construção de sentido. A utilização de recursos visuais e audiovisuais constitui uma forma de reconhecer e responder às diversas formas de aprendizagem, promovendo a compreensão conceitual por meio da conversão e coordenação entre diferentes registros, como o oral, o gráfico, o algébrico e o simbólico, como defendido por Parga-Lozano, Penagos e Denari (2017).

“Uso muito a linguagem simbólica e depois passo para o cotidiano, para eles verem onde aquilo se aplica.” (P6) Essa passagem entre linguagens científicas e cotidianas expressa o que Pastoriza (2021) descreve como movimento discursivo intencional: um processo em que o professor seleciona, adapta e encadeia diferentes formas de enunciação com base na responsividade às necessidades dos alunos. Não se trata apenas de variar os meios, mas de operar uma tradução didática que respeite os tempos e os modos de aprender de cada estudante.

A multiplicidade de linguagens, escrita, oral, visual, simbólica e experimental, também é mencionada como forma de garantir a acessibilidade conceitual, especialmente para alunos com dificuldades de abstração.

“Para explicar reações químicas, mostro uma equação, depois faço um esquema com setas e, se dá, simulo com materiais.” (P1) Essa abordagem remete diretamente à perspectiva de Maldaner (1999), que entende a didática como campo de invenção e articulação de sentidos. O professor, ao lançar mão de diferentes estratégias representacionais, demonstra domínio da estrutura interna do conteúdo, bem como sensibilidade às mediações necessárias para sua assimilação. Esse é o núcleo do CDC segundo Marcelo (2009): transformar o conhecimento em algo ensinável, adaptando-o aos sujeitos e ao contexto.

“Alguns alunos têm deficiência auditiva, então uso mais textos com imagens e sinalizo quando vou mudar de assunto.” (P5) Nesse caso, a diversificação das linguagens também assume função de inclusão. Como aponta Tardif (2002), o saber docente se constitui nas relações que o professor estabelece com os alunos e com o ambiente escolar. A escolha de recursos acessíveis demonstra um CDC voltado à equidade, em que o conteúdo é reorganizado para atingir todos os estudantes, respeitando suas singularidades e condições de aprendizagem.

A recorrência do uso de analogias, esquemas, encenações e simulações práticas mostra que os professores entrevistados não apenas conhecem o conteúdo químico, mas possuem clareza sobre os obstáculos à sua compreensão. Isso revela o domínio do que Ariza (2017) chama de dimensão metadisciplinar do CDC: o conhecimento dos limites, das dificuldades e dos modos de produção do saber científico, que orienta a escolha de estratégias pedagógicas.

4.1.1.5. Integração do CDC com a avaliação

A análise das entrevistas revela que a avaliação, para os professores participantes, está profundamente articulada ao processo de ensino e à construção do CDC. Ela não é concebida como etapa final ou punitiva, mas como parte constitutiva do ato de ensinar, assumindo caráter formativo, reflexivo e contínuo, conforme defendido por Pimenta (1999) e Marcelo (2009).

“A avaliação precisa dialogar com o que foi ensinado e com o que foi possível aprender.” (P2) Essa fala reflete o princípio de coerência entre objetivos, ensino e avaliação, elemento central do CDC conforme formulado por Shulman (1987). Para esse autor, o conhecimento do conteúdo e das estratégias pedagógicas deve estar alinhado a formas de avaliação que sejam compatíveis com a realidade dos estudantes e com os propósitos educativos do professor.

“Minhas provas são contextualizadas. Aplico questões baseadas em situações reais, do cotidiano dos alunos.” (P7) O uso da contextualização nos instrumentos avaliativos evidencia a dimensão psicopedagógica e contextual do CDC (Parga-Lozano; Penagos, 2014; Ariza, 2017). O professor mobiliza aqui não apenas seu domínio conceitual da disciplina, mas também sua sensibilidade didática para tornar a avaliação uma continuidade do ensino, conectada às vivências dos estudantes.

“Uso rubricas para que eles saibam o que estou avaliando. Também deixo espaço para autoavaliação.” (P5) A transparência avaliativa e o incentivo à autoavaliação demonstram um CDC ético e participativo, que incorpora os sujeitos do processo educacional. Como aponta Pastoriza (2021), práticas avaliativas que se constituem em diálogo revelam intencionalidade pedagógica voltada para a autonomia do estudante e para a democratização do conhecimento.

Além disso, os dados apontam para a adaptação de instrumentos conforme as necessidades dos alunos: “Tenho alunos com dificuldade de leitura e escrita. Para eles, proponho atividades orais ou práticas.” (P1)

Essa flexibilização da avaliação revela o exercício de um CDC sensível às singularidades e às barreiras educacionais, conforme o entendimento de Maldaner (1999)

e Tardif (2002). Avaliar, nesses termos, é reconhecer as múltiplas formas de expressão da aprendizagem e ampliar as possibilidades de êxito dos alunos, o que reforça a equidade como princípio didático.

“Depois das avaliações, sempre reviso com eles os erros mais comuns. Não é só para dar nota, é para aprender com o processo.” (P6) A revisão coletiva após a avaliação mostra a concepção da avaliação como uma oportunidade de aprendizagem, e não como um fim em si. Tal prática evidencia o que Marcelo (2009) define como função formativa da avaliação: ela serve ao aprimoramento das práticas docentes e ao avanço da aprendizagem dos alunos, funcionando como instrumento de regulação pedagógica.

Segundo Parga-Lozano *et al.* (2017), o CDC se manifesta na capacidade do professor de analisar os resultados das avaliações, interpretá-los à luz do contexto e usá-los como base para o replanejamento. A avaliação, portanto, retroalimenta o ensino e contribui para a construção do saber docente, sendo inseparável da prática de ensinar.

4.1.2. Unidades Relacionadas às Competências Emocionais Docentes

A dimensão emocional da docência foi amplamente abordada pelos professores entrevistados, indicando que o ensino de Química exige, além de domínio de conteúdo e didática, competências socioemocionais sofisticadas. Tais competências se manifestam na forma como os docentes lidam com o estresse, acolhem os alunos, constroem vínculos afetivos e manejam emoções em situações de conflito ou desmotivação.

"Tem dias que o professor precisa ser psicólogo, mãe e conselheiro, tudo ao mesmo tempo." (P3) A fala explicita a natureza multifacetada da profissão docente, especialmente no contexto da escola pública. P3 reforça que o trabalho pedagógico extrapola os limites do conteúdo e exige escuta ativa, empatia e disponibilidade emocional. Essas habilidades constituem dimensões fundamentais da Inteligência Emocional, conforme discutido por Goleman (1995) e Salovey; Mayer (1990).

"Eu não consigo ensinar se a turma não estiver emocionalmente conectada comigo." (P1) Essa unidade aponta para a afetividade como condição fundante da aprendizagem, corroborando os estudos de Wallon e Vygotsky sobre a relação entre emoção e cognição. P1 indica que o vínculo pedagógico não é acessório, mas estrutural

ao CDC, influenciando diretamente o engajamento e a apropriação do conteúdo (Taille; Oliveira; Dantas, 2019).

"Precisei aprender a regular minha ansiedade porque isso afetava o ritmo das minhas aulas." (P7) A autorregulação emocional, uma das competências centrais da Inteligência Emocional, é aqui evidenciada como fator que impacta diretamente a prática docente. P7 reconhece que a maneira como lida com suas próprias emoções altera a qualidade da mediação e o clima de sala, apontando para uma docência reflexiva e consciente.

"Eu percebo que os alunos se sentem mais seguros quando notam que o professor se importa de verdade." (P8) O cuidado com o outro, neste caso, é apresentado como recurso pedagógico. O sentimento de acolhimento favorece a aprendizagem, especialmente em disciplinas de alto nível de abstração como a Química, que geram insegurança em muitos alunos. O CDC, portanto, também se estrutura na construção de um ambiente emocionalmente seguro.

"O aluno precisa se sentir visto para querer aprender. Se ele acha que está invisível, ele desliga." (P5) P5 traduz em sua fala uma das premissas fundamentais da pedagogia humanista: a valorização da presença do aluno como sujeito do processo. A percepção de invisibilidade interfere na motivação e na construção do vínculo pedagógico, o que evidencia a importância do olhar afetivo como parte do saber docente.

"Já tive turma muito difícil, mas percebi que mudar meu tom de voz e ouvir mais foi o que funcionou." (P6) A fala de P6 revela a sensibilidade docente como estratégia para lidar com a indisciplina e a resistência. A modulação emocional e a escuta empática operam como ferramentas didáticas, demonstrando que o CDC também é construído pela dimensão relacional do ensino.

"Percebo quando um aluno está distante. Às vezes é um problema de casa, outras é cansaço. Tento conversar depois da aula." (P2) A escuta sensível da professora P2 evidencia o olhar atento ao sofrimento emocional dos alunos. A tentativa de acolhimento individualizado demonstra que o professor não apenas ensina conteúdo, mas cuida, escuta e acompanha o aluno em sua totalidade.

"Tem aluno que só aprende quando sente que tem alguém torcendo por ele." (P4) Essa percepção reforça que o vínculo emocional é uma alavanca para a motivação. O

apoio emocional se transforma em energia pedagógica, despertando nos estudantes a coragem para enfrentar desafios acadêmicos.

"A gente percebe quando o aluno não está bem. Se eu ignorar isso, perco ele." (P8) Mais uma vez, a escuta e a empatia são apresentadas como condições de mediação pedagógica. O CDC se configura como um saber sensível ao sujeito, que compreende a aprendizagem como processo integral, atravessado por emoções, histórias de vida e subjetividades.

"Mesmo com o conteúdo bem planejado, se o aluno chega abalado, nada entra. Às vezes, o melhor ensino é o silêncio e o acolhimento." (P5) Essa fala aponta para a pedagogia da escuta como prática intencional e necessária. Reconhecer a condição emocional do aluno é o primeiro passo para qualquer mediação de qualidade.

"O afeto que a gente deposita volta em forma de respeito. Quando há confiança, há espaço para errar e aprender." (P7) Camila aponta para o afeto como elemento estruturante da cultura de sala de aula. Essa reciprocidade emocional sustenta a segurança necessária para a experimentação, o questionamento e a aprendizagem ativa.

"Se eu entro na sala carregando meus problemas e não me regulo, acabo descarregando na turma. Já fiz isso e me arrependi." (P5) P5 reconhece a importância da autorregulação emocional para a manutenção de um clima saudável. A consciência sobre o impacto das emoções na prática pedagógica evidencia o desenvolvimento de uma inteligência emocional crítica e ética.

Nos discursos dos professores, fica evidente que as emoções não são meros estados internos, mas recursos profissionais mobilizados na interação com os alunos. Como afirmam Goleman (1995), a qualidade do ensino está diretamente relacionada à capacidade do professor de estabelecer relações afetivas positivas, de reconhecer os sentimentos que circulam na sala de aula e de intervir pedagogicamente a partir dessa leitura.

4.1.3. Unidades Relacionadas ao Uso de Tecnologias Digitais e IA

O uso das tecnologias digitais emergentes e da IA foi um dos eixos mais discutidos entre os professores entrevistados, revelando apropriações heterogêneas e, ao mesmo tempo, uma consciência crítica sobre os limites e potencialidades dessas ferramentas no

ensino de Química. As falas demonstram que os docentes não apenas utilizam a tecnologia como suporte didático, mas a integram de maneira reflexiva ao seu CDC, articulando conteúdos, estratégias pedagógicas, contextos institucionais e características das turmas.

"Uso vídeos, simuladores e jogos digitais, mas só quando vejo que há um ganho real para a aprendizagem." (P5) → Este fragmento aponta para um uso crítico e intencional da tecnologia, orientado por finalidades pedagógicas e não por modismos. O CDC é ampliado pela competência em articular conteúdo, didática e tecnologia, como propõe o modelo TPACK (Mishra; Koehler, 2006). A tecnologia é vista como meio, e não como fim em si mesma.

A fala de P7 *"Já usei o ChatGPT para gerar perguntas abertas com base em conceitos que queria revisar."* revela não apenas a familiaridade com a inteligência artificial como ferramenta pedagógica, mas também a intencionalidade reflexiva em seu uso. O docente não delega à IA a mediação do conhecimento, mas a insere estrategicamente como recurso para diversificar práticas avaliativas e explorar novas formas de interação com o conteúdo. Essa escolha aponta para um CDC em expansão, no qual o conhecimento tecnológico é incorporado criticamente, alinhado às necessidades cognitivas dos estudantes. Ainda que a fala sugira domínio técnico-pedagógico do recurso, é importante considerar que o uso da IA também está atravessado por aspectos como o tempo disponível para planejamento, a cultura institucional de inovação e as condições materiais da escola, fatores que nem sempre são equitativamente distribuídos entre as redes públicas e privadas.

Por sua vez, P6 afirma: *"Nem toda tecnologia serve para todas as turmas. Às vezes, o simples papel e lápis fazem mais sentido."* Essa declaração desloca o debate sobre inovação para uma perspectiva situada, em que a mediação tecnológica não é um imperativo, mas uma escolha que emerge da escuta atenta às especificidades das turmas, aos objetivos pedagógicos e às condições concretas de trabalho. O CDC, nesse caso, não é moldado por um ideal abstrato de modernização, mas construído a partir da sensibilidade à realidade escolar e da capacidade do professor de ajustar suas estratégias àquilo que é viável e significativo em seu contexto. A fala evidencia, assim, uma pedagogia relacional, em que o conhecimento não está apenas no conteúdo ou na tecnologia, mas na escuta, na adequação e no vínculo.

A fala de P6, ao afirmar que *“a tecnologia engaja, mas quem ensina mesmo é o vínculo”*, evidencia uma compreensão relacional do ensino, em que os recursos digitais são reconhecidos por seu potencial mobilizador, mas não substituem a presença do professor. Esse entendimento aponta para um conhecimento didático do conteúdo (CDC) fundamentado na escuta, no afeto e na construção de sentido nas interações humanas. A tecnologia aparece como apoio, mas o vínculo pedagógico continua sendo o eixo estruturante da aprendizagem significativa.

No relato de P5, ao dizer que *“com a nova política da escola que restringe o uso do celular, precisei repensar toda minha didática digital”*, fica clara a forma como as normas institucionais impactam diretamente o planejamento e a prática pedagógica. O CDC não é construído de maneira isolada, mas em diálogo com os contextos e condições materiais da escola. A fala revela um processo constante de adaptação e negociação com as regras impostas pela instituição, reforçando o caráter situado e dinâmico do saber docente.

A professora P1 compartilha que *“montou um laboratório virtual usando links gratuitos e criou um roteiro de atividades experimentais baseadas em simulações”*. Sua fala revela como a criatividade docente atua como resposta à precariedade estrutural. Mesmo sem acesso a um laboratório físico, a professora mobilizou saberes pedagógicos e tecnológicos para garantir experiências de aprendizagem significativas. O CDC manifesta-se como articulação entre intenção formativa, recursos disponíveis e compreensão dos processos de ensino-aprendizagem.

A fala de P2, ao relatar que *“na minha aula, os alunos já criaram podcasts explicando conceitos de Química usando IA para editar o áudio”*, revela uma abordagem pedagógica em que o uso da inteligência artificial está associado ao protagonismo estudantil. O professor assume um papel de mediação e orientação, favorecendo a autoria dos estudantes e promovendo a construção ativa do conhecimento. Essa experiência indica um CDC em constante atualização, no qual a tecnologia é mobilizada não apenas como instrumento didático, mas como meio para fomentar a autonomia e a expressão criativa dos alunos. O processo formativo se torna mais significativo quando os estudantes assumem papéis de produtores de conteúdo, dialogando com uma perspectiva de aprendizagem participativa e conectada às linguagens digitais contemporâneas.

Por outro lado, P7 comenta que, “quando os simuladores travam ou não estão disponíveis, improviso com dramatizações em sala, e isso também funciona muito bem”. A fala aponta para a centralidade da inventividade docente e da sensibilidade ao momento da aula. O CDC, nesse caso, não é moldado exclusivamente pela presença de tecnologias digitais, mas pela capacidade do professor de reagir com flexibilidade diante dos imprevistos, ativando outras linguagens e recursos pedagógicos que mantenham o envolvimento da turma. A tecnologia, portanto, aparece como um dos meios possíveis de mediação, e não como elemento indispensável. Essa compreensão favorece uma abordagem menos tecnicista e mais situada, que reconhece a importância do contexto material e institucional nas decisões didáticas.

De modo geral, essas unidades de sentido evidenciam que o uso das tecnologias digitais e da inteligência artificial no ensino de Química apresenta diferentes graus de apropriação entre os professores entrevistados. Ainda assim, há uma convergência quanto à compreensão de que tais recursos devem estar subordinados a finalidades pedagógicas bem definidas e adaptadas às características de cada turma. Em consonância com Carlson et al. (2019), Lipolli et al. (2019) e Mishra e Koehler (2006), é possível identificar entre os docentes um CDC tecnológico situado, no qual a integração de tecnologias à prática pedagógica ocorre de forma crítica, sensível e responsiva. A tecnologia, nesse contexto, não é vista como solução universal, mas como ferramenta que precisa ser escolhida, ajustada e ressignificada conforme o projeto formativo, a realidade escolar e os vínculos estabelecidos em sala de aula.

4.2. CATEGORIZAÇÃO EMERGENTE

A análise das entrevistas, realizada à luz dos referenciais teóricos discutidos no Capítulo 2, permitiu identificar três categorias principais que emergem da relação entre o corpus empírico e os conceitos analíticos da pesquisa: (1) Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC), (2) Competências Emocionais Docentes e (3) Uso de Tecnologias Digitais e Inteligência Artificial (IA). Essas categorias não foram determinadas a priori, mas derivadas progressivamente da leitura e reinterpretação dos dados, conforme os princípios da Análise Textual Discursiva (ATD), adotada como metodologia.

A construção dessas categorias está em consonância com a concepção de saber docente defendida por Tardif (2002), que entende o conhecimento profissional como resultado de uma articulação entre saberes disciplinares, curriculares, experiencial e do contexto. Do mesmo modo, Parga-Lozano e Penagos (2014) descrevem o CDC como uma síntese dinâmica entre quatro dimensões fundamentais: disciplinar, metadisciplinar, psicopedagógica e contextual, estrutura que norteia o agrupamento e a interpretação das falas.

As categorias emergentes também expressam o caráter processual, híbrido e discursivo do saber docente, como destacado por Pastoriza (2015, 2021). Para esse autor, os saberes do professor são continuamente (re)significados nas práticas concretas de ensino, constituindo-se como resposta situada aos desafios e contextos educativos. As falas analisadas demonstram que o CDC não se expressa isoladamente, mas se articula com dimensões afetivas e tecnológicas da docência, formando um campo interdependente de saberes profissionais.

A categoria CDC inclui falas que evidenciam a seleção, organização e mediação dos conteúdos de Química, com destaque para as estratégias de transposição didática, diversificação de linguagens, adaptação às condições institucionais e avaliação formativa. Nessa categoria, observa-se a presença dos componentes teóricos sistematizados por autores como Shulman (1987), Marcelo (2009) e Ariza (2017), que tratam da integração entre conteúdo e pedagogia em contextos específicos de ensino.

A segunda categoria emergente, Competências Emocionais Docentes, compreende os relatos sobre vínculos afetivos, escuta sensível, empatia, autorregulação emocional e estratégias de acolhimento. Conforme discutido por autores como Pimenta (1999), Tardif (2002) e Pastoriza (2021), essas competências não são acessórios da docência, mas constituem parte estruturante do CDC. O professor que reconhece e regula suas emoções, que estabelece relações de confiança e que acolhe os estudantes em sua diversidade, demonstra um saber pedagógico afetivo e situado, essencial à mediação do conhecimento.

Por fim, a terceira categoria, Uso de Tecnologias Digitais e Inteligência Artificial, agrupa falas sobre a apropriação de ferramentas tecnológicas, estratégias de inovação em contextos precários e reflexão crítica sobre o uso da IA. Aqui se revela o esforço dos docentes em integrar as tecnologias ao CDC de forma criativa e reflexiva, mesmo em

condições estruturais adversas. Esse movimento de apropriação crítica remete aos estudos de Marcelo (2009) e Parga-Lozano *et al.* (2017), que destacam a importância da dimensão contextual e tecnológica no desenvolvimento do saber profissional docente.

4.2.1. CDC

Segundo Shulman, o Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) constitui-se como a capacidade do professor de integrar o saber específico da disciplina ao conhecimento pedagógico geral, compondo uma expertise que transcende o simples domínio dos conceitos científicos. Essa competência manifesta-se, por exemplo, na seleção dos conteúdos mais pertinentes para determinado grupo, na organização lógica da progressão do ensino, na escolha de estratégias e linguagens acessíveis e na antecipação de possíveis dificuldades conceituais por parte dos alunos.

A fala de P4, ao afirmar que “a Química tem termos muito difíceis. Tento simplificar com exemplos, analogias, brincadeiras. Faço isso para que eles não tenham medo da matéria”, revela a dimensão transformadora do CDC, na qual o conhecimento científico é pedagogicamente ressignificado para dialogar com o contexto dos estudantes. Essa prática se insere no que Parga-Lozano e Penagos definem como a articulação das quatro dimensões do CDC: disciplinar, metadisciplinar, psicopedagógica e contextual. Ao lançar mão de analogias e jogos, a professora transforma o conteúdo em algo mais acessível e afetivamente acolhedor, promovendo uma aproximação entre o saber escolar e a vivência dos alunos.

De forma complementar, P2 observa que “tem aluno que não sabe o que é um sal mineral, mas sabe o que é o sal de cozinha. A gente vai fazendo essa ponte”. A metáfora da ponte ilustra um movimento que exige sensibilidade pedagógica e domínio psicopedagógico, ao considerar as pré-concepções e o repertório cultural dos estudantes como ponto de partida para a construção do conhecimento científico. Em diálogo com Ariza, essa prática manifesta uma das expressões mais claras do CDC em ação, pois exige mediação cognitiva atenta ao contexto e à escuta ativa dos aprendizes.

Esse caráter situado do CDC também se revela na fala de P5, que relata: “nem sempre dá para seguir o planejamento. Às vezes a turma não entende e eu preciso refazer a explicação, mudar o exemplo”. Aqui, nota-se a dimensão metadisciplinar, na medida

em que o docente ajusta suas ações em tempo real, a partir da observação do grupo e da reflexão sobre os rumos da aprendizagem. A prática docente, longe de ser mecânica, é construída em diálogo com a realidade da sala de aula, exigindo um planejamento ético e responsivo, como defende Pastoriza. O CDC, nesse caso, assume uma feição dinâmica, permeada por escolhas pedagógicas informadas por valores, escuta e ética profissional.

Na fala de P3, esse aspecto ético aparece de maneira ainda mais explícita: “não é só repetir conteúdo. É entender o que eles precisam, como eles estão naquele dia. Planejamento é isso também”. A sensibilidade ao estado emocional da turma e às necessidades emergentes do cotidiano escolar desloca o planejamento da lógica rígida do cumprimento de conteúdos para uma prática relacional, que considera o aluno como sujeito integral. Essa postura aproxima-se da concepção de intencionalidade pedagógica, na qual ensinar implica criar condições para o vínculo, a escuta e a construção conjunta de sentido.

Em todos os casos, observa-se que o Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) não constitui um saber técnico acabado, mas um conhecimento situado, experiencial e em constante reelaboração, conforme defendem Tardif (2002) e Maldaner (1999). Ele se constrói no fazer docente, por meio da interação com os estudantes, da reflexão sobre a prática e das condições materiais e simbólicas que moldam o cotidiano escolar. Nesse processo, a instituição exerce um papel ambíguo: ao mesmo tempo em que pode prover recursos que potencializam a prática pedagógica, também impõe restrições que desafiam a atuação do professor. Assim, o contexto institucional impacta diretamente a expressão do CDC, seja pela organização do tempo pedagógico, pela estrutura física disponível ou pelo ethos profissional que circula na escola.

Esse impacto institucional torna-se mais evidente quando se analisam as práticas docentes em cenários de escassez. Em realidades marcadas pela precariedade, os professores entrevistados demonstram não apenas consciência crítica das limitações materiais, mas também agência para transformá-las em oportunidades de reinvenção pedagógica. A fala de P6 ilustra essa dinâmica: “na minha escola não tem laboratório, então faço experiências com coisas de casa. Eles trazem vinagre, bicarbonato, a gente improvisa”. A ausência de recursos laboratoriais não compromete a aprendizagem, mas convoca o professor a acionar saberes didáticos e criativos que permitam a experimentação mesmo fora dos parâmetros tradicionais.

Essa prática encontra ressonância nas análises de Marcelo (2009), ao apontar que, diante de condições adversas, o CDC manifesta-se na capacidade do docente de mediar o conhecimento de forma responsiva, flexível e situada. A construção do CDC, portanto, não se dá à revelia do contexto, mas em íntima relação com ele. A escassez, longe de ser um impeditivo, torna-se catalisadora de saberes pedagógicos que articulam domínio disciplinar, sensibilidade às condições reais de ensino e compromisso ético com o direito à aprendizagem.

Ao reconhecer o CDC como um saber profissional complexo, os relatos dos professores entrevistados evidenciam que o conhecimento docente é construído na tensão entre o ideal formativo e a realidade escolar. A presença ou ausência de recursos institucionais não define o CDC, mas reconfigura seus contornos, exigindo do professor não apenas conhecimento, mas também discernimento, criatividade e uma postura ética que coloque o aluno no centro do processo educativo.

4.2.2. Competências Emocionais Docentes

Nesta seção, as categorias emergentes são organizadas em três subdimensões: acolhimento e vínculo, gestão emocional docente e afetividade como parte do CDC. P1, P4 e P5 destacam que o vínculo com os alunos é estruturante da aprendizagem, sendo a escuta, o cuidado e o reconhecimento da individualidade elementos fundamentais para o engajamento discente. Elas relatam que estudantes que se sentem acolhidos tendem a se arriscar mais nas aulas, a persistir diante das dificuldades e a buscar maior envolvimento com os conteúdos. A afetividade, portanto, é vista como uma alavanca didática.

P3 e P8 reforçam a ideia de que conhecer o aluno como pessoa, saber seus interesses, contextos familiares e motivações permite mediar melhor os conflitos e personalizar estratégias de ensino. O vínculo não é apenas emocional, mas também cognitivo e didático: ele torna a mediação mais eficaz porque estabelece uma relação de confiança mútua, elemento que se reflete em maior receptividade às intervenções pedagógicas.

P6 e P7 associam o vínculo à construção do respeito e da confiança, que são indispensáveis para a criação de um ambiente de aprendizagem seguro. Ambos apontam que, quando o aluno se sente valorizado, tende a respeitar mais o espaço coletivo e os

processos de aprendizagem. Essa visão ressoa nos estudos de Carl Rogers (1986, 1988, 2009) e Paulo Freire (1987, 2008), que defendem a relação horizontal, dialógica e afetiva como condição para a educação emancipadora.

P5, P3 e P4 abordam os desafios emocionais cotidianos da docência, como o cansaço, a frustração diante da desmotivação dos alunos e a sobrecarga administrativa. Elas relatam episódios em que o impacto emocional do trabalho interferiu negativamente na prática pedagógica, exigindo desenvolvimento de estratégias de autorregulação emocional.

P2 e P8 apontam a importância de manter entusiasmo e equilíbrio em sala de aula como forma de contagiar positivamente os estudantes. Para elas, o professor precisa sustentar um estado emocional estável e motivador, mesmo em contextos adversos, o que exige uma maturidade emocional que vá além da formação técnica. P1 e P7 afirmam que o autocuidado é parte essencial da prática docente e que professores emocionalmente esgotados têm menor capacidade de escutar, de planejar e de sustentar relações pedagógicas significativas.

Essa gestão emocional é compreendida não como repressão dos sentimentos, mas como consciência de seus efeitos sobre a prática. Trata-se de uma inteligência emocional aplicada à docência, como propõem Goleman (1995) e Zabalza (2004), onde reconhecer, nomear e regular emoções são competências indispensáveis para a qualidade do ensino e o bem-estar do educador.

A afetividade, nos relatos dos professores, aparece integrada ao CDC como mediadora do processo de ensino-aprendizagem. Em situações de desmotivação, ansiedade e indisciplina, os docentes não recorrem apenas a estratégias técnicas, mas também a abordagens afetivas, modulando a voz, ouvindo individualmente, fazendo pausas, demonstrando paciência e empatia.

Os professores não tratam o conteúdo como algo neutro ou isolado das emoções: para que a aprendizagem ocorra, é necessário que o aluno se sinta envolvido, respeitado e emocionalmente seguro. Isso implica em uma prática docente que situa afetivamente o conhecimento, contextualizando-o na experiência dos alunos, relacionando-o com suas vivências e tornando-o significativo.

Assim, a afetividade não é apenas uma disposição pessoal do professor, mas uma competência pedagógica que potencializa o CDC. É por meio dela que o professor ajusta

o ritmo da aula, percebe as dificuldades não ditas, acolhe os silêncios e traduz o conteúdo em experiências próximas ao aluno. Essa dimensão afetiva do CDC revela-se como ponte entre a razão e a emoção, entre o saber e o sentir, entre o ensinar e o cuidar.

4.2.3. Tecnologias Digitais e Inteligência Artificial

A categoria “Uso de Tecnologias Digitais e Inteligência Artificial” emergiu com relevância nas entrevistas, evidenciando que os professores de Química mobilizam recursos tecnológicos de forma cada vez mais integrada à sua prática pedagógica. Ainda que essa apropriação não ocorra de maneira uniforme entre os docentes, as falas revelam uma movimentação ativa no sentido de compreender os limites e possibilidades das tecnologias digitais e da IA generativa no processo de ensino-aprendizagem.

“Uso simuladores online para mostrar como uma reação acontece. Eles prestam mais atenção do que quando explico só no quadro.” (P2) Esse relato indica um uso intencional da tecnologia, com foco no engajamento e na compreensão conceitual dos estudantes. Mais do que incorporar ferramentas digitais por adesão a modismos, o docente demonstra capacidade de selecionar recursos tecnológicos que dialogam com os objetivos do conteúdo, com o perfil da turma e com os desafios didáticos envolvidos na explicação de fenômenos abstratos. Nesse sentido, a prática relatada exemplifica o que Mishra e Koehler (2006) denominam TPACK – *Technological Pedagogical Content Knowledge*, ou Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo.

Diferentemente de uma simples justaposição de saberes técnicos e pedagógicos, o TPACK representa uma competência docente complexa, que pressupõe a articulação simultânea de três dimensões: o conhecimento do conteúdo (Content Knowledge), o domínio de estratégias de ensino (Pedagogical Knowledge) e o entendimento do funcionamento e das potencialidades das tecnologias (Technological Knowledge). No exemplo acima, essa articulação se torna visível quando o professor escolhe o simulador como mediação didática, não apenas por sua atratividade visual, mas por seu potencial de representar reações químicas invisíveis a olho nu, favorecendo a construção de modelos mentais pelos alunos.

“Já usei o ChatGPT para gerar perguntas abertas com base em conceitos que queria revisar.” (P7) A fala de P7 acrescenta outra dimensão à discussão: o uso da IA

como coadjuvante na elaboração de estratégias de avaliação formativa. Ao empregar o ChatGPT para gerar questões, o docente revela domínio sobre o funcionamento da ferramenta e capacidade de usá-la de forma reflexiva, como suporte ao planejamento e à personalização da aprendizagem. Essa prática também está em consonância com a noção de TPACK, pois evidencia uma tomada de decisão pedagógica informada pelo conhecimento tecnológico e orientada para um objetivo didático específico.

Contudo, o uso dessas tecnologias não é percebido de maneira homogênea. Há professores que demonstram resistência ou preferem estratégias analógicas, como expressa P6: “Nem toda tecnologia serve para todas as turmas. Às vezes, o simples papel e lápis fazem mais sentido.” Essa afirmação reforça a ideia de que o conhecimento tecnológico não é neutro nem universal. Ele deve ser mobilizado de forma situada, considerando as condições materiais, o contexto institucional e as características sociocognitivas dos estudantes. O TPACK, portanto, não é uma fórmula ou uma competência genérica, mas um saber adaptativo que se constrói na prática e na escuta ativa da realidade escolar.

Essa visão encontra ressonância em Valente (2014), que afirma ser fundamental compreender a tecnologia em sua dimensão pedagógica. Mais do que saber operar ferramentas digitais, o professor precisa saber por que, como e quando utilizá-las, a partir de objetivos formativos claros e de uma leitura crítica do seu potencial didático. Nesse sentido, o que se observa nas entrevistas é a construção de um CDC ampliado e tecnologicamente sensível, em que as decisões sobre o uso de tecnologias e IA não são determinadas por políticas institucionais ou modismos pedagógicos, mas pela intencionalidade do professor em promover aprendizagens significativas.

Além disso, a crescente inserção da IA nos relatos aponta para uma nova fronteira no ensino de Ciências, particularmente no ensino de Química. Alguns professores mencionaram ter utilizado ferramentas baseadas em Inteligência Artificial para planejar aulas, criar exemplos de exercícios ou simular questões de vestibular, o que revela uma apropriação emergente e criativa de tecnologias digitais que ultrapassam a mediação tradicional. Tal movimento está em consonância com a proposta de Luckin et al. (2016), que defendem o potencial da IA para personalizar a aprendizagem, ajustando conteúdos e estratégias ao perfil dos estudantes, favorecendo, assim, um ensino mais inclusivo e responsivo.

“A IA me ajudou a pensar em maneiras diferentes de explicar o mesmo conteúdo. Para cada turma, adaptei um pouco.” (P4)

Esse depoimento revela um esforço de diferenciação pedagógica que vai além do uso instrumental da tecnologia. A professora utiliza a IA como suporte à elaboração de estratégias adaptativas, ajustando a linguagem, os exemplos e as abordagens de acordo com o perfil de cada turma. Essa prática ilustra de forma clara o modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge), de Mishra e Koehler (2006), ao evidenciar a articulação entre o conhecimento do conteúdo químico (CK), o domínio de estratégias pedagógicas adequadas (PK) e a capacidade de integrar de forma crítica e criativa os recursos tecnológicos (TK). O TPACK, nesse contexto, não é uma habilidade técnica isolada, mas uma forma de pensar e agir que conecta intencionalidade pedagógica, domínio disciplinar e letramento digital.

Ao propor vídeos produzidos pelos próprios alunos, podcasts explicativos ou atividades gamificadas com o apoio da IA, os docentes também se alinham à perspectiva dos multiletramentos, conforme defendida por Cope e Kalantzis (2015). Essa abordagem valoriza a diversidade de linguagens, mídias e formas de expressão como caminhos legítimos para a construção do conhecimento. A integração da IA permite explorar essas múltiplas semioses de maneira acessível e personalizada, promovendo a participação ativa dos estudantes e estimulando o protagonismo discente.

Entretanto, os dados também revelam os limites concretos dessa apropriação. A ausência de internet estável, a escassez de equipamentos e a falta de formação específica para o uso crítico dessas tecnologias ainda constituem entraves importantes. Selwyn (2016) alerta para os riscos de se adotar uma visão tecnodeterminista, que ignora as desigualdades estruturais da escola pública e tende a invisibilizar as condições reais de trabalho docente. O uso pedagógico da tecnologia, inclusive da IA, precisa ser compreendido como um saber situado, mediado pelas possibilidades e pelas restrições materiais, políticas e simbólicas de cada comunidade escolar.

Nesse sentido, como defende Moran (2015), a formação docente para o uso de tecnologias digitais deve priorizar a autonomia pedagógica, a ética da mediação e a capacidade do professor de realizar escolhas intencionais e sensíveis ao seu contexto. O desenvolvimento do TPACK, portanto, não se dá apenas por meio da familiaridade com ferramentas digitais, mas pela reflexão crítica sobre sua aplicação, pelas experiências

acumuladas e pela disposição de aprender continuamente com a prática. Trata-se de um conhecimento dinâmico e relacional, construído no entrelaçamento entre saberes acadêmicos, cotidianos e profissionais, que reafirma o papel do professor como autor e mediador do processo educativo, mesmo (ou especialmente) em tempos de Inteligência Artificial.

4.2.3.1. Apropriação consciente das tecnologias digitais

A análise das entrevistas revelou que a apropriação das tecnologias digitais pelos professores de Química não ocorre de forma passiva ou meramente instrumental. Pelo contrário, as falas evidenciam um movimento de apropriação consciente, em que o docente avalia criticamente as ferramentas disponíveis, pondera suas potencialidades e limitações, e as insere em sua prática pedagógica de maneira contextualizada e reflexiva.

Conforme Valente (2014), apropriar-se conscientemente das tecnologias digitais significa integrá-las ao planejamento didático com intencionalidade pedagógica, considerando os objetivos de aprendizagem, o perfil dos alunos e as condições concretas da escola. Essa compreensão aparece nos relatos dos professores, que demonstram autonomia ao selecionar vídeos, plataformas, aplicativos e recursos interativos que se alinham ao conteúdo de Química e favorecem a mediação do conhecimento.

“Não é só usar por usar. Eu vejo o que vai ajudar os alunos, o que eles já conhecem e gostam de usar, aí adapto para a aula.” (P2) Essa postura reflete o que Mishra e Koehler (2006) descrevem no modelo TPACK, segundo o qual o professor deve articular o conhecimento tecnológico ao conhecimento pedagógico e ao conteúdo disciplinar. A apropriação consciente ocorre justamente nesse ponto de interseção, quando a tecnologia deixa de ser um elemento externo e passa a integrar o CDC (Conhecimento Didático do Conteúdo) do professor, ampliando suas possibilidades de representação e mediação do saber científico.

Os professores entrevistados relatam, por exemplo, o uso de simuladores online para explicar reações químicas, de vídeos para apresentar experimentos inacessíveis nas condições escolares e de aplicativos interativos para fixação de conteúdo. Tais escolhas revelam não apenas domínio técnico, mas critério didático, o que vai ao encontro da

defesa de Moran (2021) sobre o uso consciente da tecnologia como extensão da intencionalidade educativa, e não como substituição da mediação docente.

“Às vezes eles aprendem melhor vendo um vídeo de dois minutos do que com uma explicação de vinte. Mas tem que ser um vídeo certo, bom, que mostre o conteúdo direito.” (P5) A apropriação consciente também se expressa na atenção às condições de acesso e à equidade digital, questão destacada por Selwyn (2016) ao lembrar que a inclusão de tecnologias no ensino deve considerar as desigualdades estruturais que atravessam a realidade escolar. Em vários trechos das entrevistas, os professores demonstram sensibilidade a essas questões, adaptando suas propostas conforme a disponibilidade de recursos dos alunos, evitando atividades que exijam conexão constante ou equipamentos sofisticados.

Além disso, cabe refletir que, no contexto brasileiro, muitos educadores ainda dependem fortemente de conteúdos digitais prontos, criados por terceiros. Essa prática, embora prática, pode limitar a personalização pedagógica e o alinhamento com os contextos locais. Investir na formação docente para que os professores se tornem também criadores de conteúdos digitais pode contribuir para reduzir desigualdades, ampliar o engajamento e valorizar o saber-fazer pedagógico vinculado à realidade das escolas.

Por outro lado, as falas apontam que essa apropriação crítica e situada das tecnologias não decorre exclusivamente de formações institucionais, mas de um movimento autônomo dos professores, que aprendem com colegas, tutoriais e experiências práticas. Isso reforça a visão de Vian Jr. (2018) sobre o papel ativo do professor no contexto dos multiletramentos, assumindo-se como designer de experiências de aprendizagem multimodais, sensíveis às diferentes formas de comunicação contemporâneas. “Ninguém ensinou a gente a usar essas coisas. Fui aprendendo vendo no YouTube, testando... e vendo o que dava certo.” (P4)

Essa trajetória autodidata de aprendizagem tecnológica evidencia um movimento espontâneo de desenvolvimento do TPACK, entendido não como um conhecimento estanque, mas como uma construção contínua e situada. Mishra e Koehler (2006) defendem que o TPACK se forma precisamente no entrelaçamento entre o saber tecnológico, pedagógico e disciplinar, sendo mobilizado à medida que o professor experimenta, reflete e ajusta suas práticas com base nas respostas dos alunos e nas condições concretas da sala de aula.

No caso analisado, o docente não apenas domina uma ferramenta digital, mas aprende a selecionar, adaptar e integrar essa tecnologia ao conteúdo de Química de forma pedagógica, responsiva e contextualizada. Essa articulação se dá pela via da prática reflexiva e pela disposição em criar experiências de ensino que dialoguem com o repertório sociotécnico dos estudantes. O TPACK, assim, não emerge apenas da formação formal, mas da prática situada e do compromisso com a aprendizagem significativa.

Esse processo de construção ativa e experiencial do conhecimento docente revela uma forma sofisticada de profissionalismo pedagógico, no qual a tecnologia é apropriada como extensão do CDC. Ao mobilizar vídeos curtos para promover a atenção, simuladores para tornar visíveis processos invisíveis, ou aplicativos que incentivam a participação, os professores estão reconfigurando as formas de ensinar e aprender, lançando mão de recursos digitais que ampliam as linguagens da ciência e tornam o ensino mais acessível e responsivo.

Portanto, a apropriação consciente das tecnologias digitais não pode ser dissociada da constituição do TPACK. Trata-se de um saber que se constrói na prática e pela prática, que requer sensibilidade didática, domínio disciplinar e experimentação tecnológica, mas também ética e responsabilidade pedagógica. Essa forma de conhecimento é especialmente relevante no cenário atual, em que as múltiplas mídias, as inteligências artificiais e os desafios da equidade digital exigem professores capazes de tomar decisões fundamentadas e inovadoras em contextos complexos e desiguais.

4.2.3.2. Critérios pedagógicos para escolha tecnológica

A análise das entrevistas revelou que, apesar das dificuldades estruturais enfrentadas pelos professores da rede pública, a criatividade docente tem se mostrado um fator central na inovação do ensino por meio do uso de IA. Embora ainda em estágio inicial de apropriação nas escolas, a IA foi mencionada por alguns participantes como recurso para planejamento de aulas, elaboração de atividades, criação de exemplos didáticos e revisão de conteúdo.

“Usei uma dessas inteligências para montar uma lista de exercícios com base no conteúdo que passei em sala. Depois só adaptei.” (P3) Essa prática, embora incipiente, aponta para uma inovação pedagógica emergente, em que os docentes experimentam formas de ampliar seu CDC (Conhecimento Didático do Conteúdo) com o apoio de ferramentas tecnológicas, mesmo sem formação específica ou orientação institucional. A IA possui grande potencial para transformar a educação ao possibilitar a personalização da aprendizagem, o fornecimento de feedback em tempo real e a simulação de contextos complexos de ensino (Akilli, 2021; Alnaqbi; Fouda, 2023; Bitencourt; Silva; Xavier, 2022).

Essas possibilidades só se realizam, contudo, quando integradas ao processo pedagógico de forma reflexiva e intencional. É nesse sentido que se destaca o papel da criatividade docente, que, como lembra Valente (2014), não está apenas na escolha de tecnologias inovadoras, mas na sua capacidade de transformar recursos em estratégias efetivas de ensino, a partir de suas condições concretas de trabalho e das necessidades dos estudantes.

O uso da IA relatado pelos professores entrevistados demonstra um uso adaptativo, flexível e exploratório, que dialoga com a concepção de TPACK proposta por Mishra e Koehler (2006). O modelo sugere que o docente inovador é aquele que consegue articular conhecimento pedagógico, tecnológico e do conteúdo de maneira integrada, desenvolvendo soluções que não apenas modernizam o ensino, mas também aprofundam a mediação didática.

“Já pedi pra ferramenta me dar uma explicação sobre um conteúdo difícil. A resposta ajudou a montar a forma como iria apresentar.” (P5) Ao recorrer à IA para apoiar a explicação de temas complexos, os professores não estão apenas reproduzindo informações geradas por máquinas, mas reinterpretando, ressignificando e adaptando essas informações ao contexto pedagógico, o que exige tanto conhecimento do conteúdo quanto sensibilidade didática. Moran (2021) observa que a inovação em educação não está na ferramenta em si, mas na capacidade do professor de criar experiências significativas com ela.

Por outro lado, a fala dos professores evidencia que o uso criativo da IA ocorre, em geral, fora das formações institucionais, sendo construído por meio de exploração autônoma, tutoriais e redes de troca entre pares. Essa condição impõe riscos de

superficialidade, como alerta Selwyn (2016), ao apontar que o uso da tecnologia sem mediação crítica pode reforçar automatismos e dependência de plataformas, em vez de empoderar o professor como agente do processo educativo.

Essa condição impõe riscos de superficialidade, como alerta Selwyn (2016), ao apontar que o uso da tecnologia sem mediação crítica pode reforçar automatismos e dependência de plataformas, em vez de empoderar o professor como agente do processo educativo. É nesse cenário que o modelo TPACK se revela fundamental como estrutura conceitual para compreender o uso pedagógico qualificado da Inteligência Artificial no ensino.

A articulação entre os três saberes: tecnológico, pedagógico e do conteúdo, não ocorre de maneira espontânea ou automática, mas exige reflexão, experimentação e constante reelaboração. O professor que solicita à IA a criação de uma explicação conceitual, mas a adapta conforme o perfil cognitivo de sua turma, está exercendo o núcleo do TPACK: não transfere a mediação ao algoritmo, mas reconfigura o material gerado de forma a integrá-lo aos objetivos formativos e às especificidades da disciplina. Esse processo exige discernimento pedagógico para julgar a adequação da linguagem, conhecimento do conteúdo para avaliar a precisão científica da informação e competência tecnológica para manejar e controlar as ferramentas digitais utilizadas.

Nesse sentido, o uso da IA pelos professores entrevistados evidencia formas incipientes, porém promissoras, de constituição de um TPACK situado, em que o conhecimento tecnológico não se sobrepõe nem substitui os demais saberes docentes, mas se entrelaça a eles de maneira contextualizada. Ao buscar exemplos, elaborar questões ou encontrar novas formas de apresentar conteúdos complexos, os docentes não apenas otimizam o tempo ou diversificam o material didático, mas reconfiguram seu CDC a partir de práticas emergentes, marcadas pela autonomia criativa e pelo compromisso com a aprendizagem dos estudantes.

A ausência de formação sistemática para o uso da IA não impede, portanto, a emergência de saberes docentes construídos na prática e pela prática, como apontam Tardif e Gauthier. No entanto, torna ainda mais urgente a proposição de políticas formativas que fortaleçam o desenvolvimento do TPACK, assegurando que o uso das tecnologias digitais, em especial da IA, esteja fundado em princípios éticos, pedagógicos e epistemológicos sólidos. Sem esse suporte, corre-se o risco de transformar um recurso

potente em um instrumento de padronização e esvaziamento do trabalho docente, ao invés de um catalisador de inovação didática e ampliação das possibilidades de ensino-aprendizagem.

4.2.3.3. Limitações de infraestrutura e desigualdades digitais

Embora os dados da pesquisa revelem iniciativas relevantes de integração das tecnologias digitais ao ensino de Química, as falas dos professores evidenciam com nitidez os limites impostos pela falta de infraestrutura escolar e pelas desigualdades no acesso às tecnologias. Em praticamente todas as entrevistas, os docentes mencionam dificuldades relacionadas à precariedade dos equipamentos, à ausência ou baixa qualidade da internet nas escolas e à inexistência de políticas institucionais consistentes para a formação tecnológica docente.

“A gente até tenta usar alguma coisa diferente, mas a internet não ajuda, e às vezes nem data show tem.” (P1) Essas barreiras materiais dificultam a implementação de práticas pedagógicas mediadas por tecnologias digitais, impedindo que os professores concretizem propostas inovadoras e tornando o uso de recursos como IA, simulações ou vídeos dependentes de improvisações e do esforço individual. Conforme destaca Selwyn (2016), o discurso otimista sobre a digitalização do ensino precisa ser confrontado com a realidade desigual das redes públicas de ensino, que reproduzem e, muitas vezes, acentuam as assimetrias sociais e educacionais já existentes.

Além das limitações estruturais, os professores apontaram também desigualdades no acesso dos próprios estudantes às tecnologias, principalmente quando as propostas exigem conexão fora do espaço escolar. Essa desigualdade de acesso dificulta a personalização da aprendizagem, o uso de ambientes virtuais e a realização de atividades digitais em casa. Nesse sentido, Luckin *et al.* (2016) alertam que os potenciais da inteligência artificial e das tecnologias emergentes só se realizam plenamente se acompanhados de políticas públicas voltadas à equidade digital, com foco na inclusão tecnológica de alunos e professores.

“Na pandemia vimos que muitos alunos não tinham celular, ou dividiam com os irmãos. Isso ainda acontece.” (P4) Apesar dos obstáculos, os docentes demonstram

disposição para adaptar suas práticas e buscar alternativas compatíveis com sua realidade. Essa postura evidencia o que Valente (2014) denomina de uso crítico da tecnologia, que não depende da sofisticação dos recursos, mas da capacidade do professor de mobilizar estratégias pedagógicas criativas com os meios disponíveis, ainda que mínimos.

Por sua vez, Moran (2015) reforça que a presença das tecnologias no espaço escolar deve ser acompanhada de formações significativas, que considerem o cotidiano dos professores, suas limitações técnicas e suas necessidades pedagógicas. Sem esse apoio contínuo e contextualizado, o risco é transformar o uso das tecnologias em uma exigência burocrática, desconectada das reais possibilidades de implementação. “A formação que a gente teve sobre tecnologia foi bem superficial. Na prática, cada um vai aprendendo como dá.” (P2)

“A formação que a gente teve sobre tecnologia foi bem superficial. Na prática, cada um vai aprendendo como dá.” (P2) Esse relato sintetiza a lacuna existente entre as exigências do cenário educacional contemporâneo e as condições efetivas de trabalho docente. Diante desse cenário, o modelo TPACK oferece uma lente teórica relevante para compreender os desafios e possibilidades do uso pedagógico das tecnologias digitais nas escolas públicas.

A construção do TPACK pressupõe que o conhecimento tecnológico do professor seja articulado, de forma integrada, ao conhecimento pedagógico e ao conhecimento do conteúdo disciplinar. No entanto, essa articulação não pode ser reduzida a um esforço individual ou à mera exploração intuitiva de ferramentas. Ela depende de condições materiais mínimas, políticas formativas continuadas e contextos escolares que favoreçam a experimentação, o erro e o compartilhamento de saberes.

A ausência de infraestrutura adequada e a desigualdade de acesso entre os alunos dificultam a consolidação de um TPACK robusto. Quando o docente precisa improvisar suas estratégias digitais, lidando com equipamentos obsoletos ou inexistentes e com estudantes que não têm acesso à internet fora da escola, o processo de integração dos saberes tecnológicos, pedagógicos e disciplinares se torna desigual, fragmentado e, muitas vezes, frustrante.

Mesmo assim, as entrevistas revelam que os professores não abandonam a intencionalidade pedagógica. Ao contrário, muitos relatam buscar alternativas acessíveis, como vídeos curtos previamente baixados, o uso do próprio celular como reprodutor de

conteúdo ou atividades offline inspiradas em práticas digitais. Tais escolhas apontam para a emergência de um TPACK situado, desenvolvido em contextos de escassez, que exige do professor não apenas domínio técnico, mas elevada competência adaptativa, sensibilidade pedagógica e criatividade didática.

Nesse sentido, a construção do TPACK em ambientes de vulnerabilidade tecnológica não é inviável, mas requer apoio institucional efetivo. Isso inclui formações continuadas que dialoguem com a realidade dos docentes, espaços de troca entre pares e investimentos estruturais que garantam o mínimo necessário para que a mediação digital possa ocorrer com qualidade. Sem esses elementos, o risco é sobrecarregar o professor com a expectativa de inovação, sem fornecer as condições para que ela se concretize de forma equânime e consistente.

4.3 CONSTRUÇÃO DO METATEXTO

A etapa de construção do metatexto representa o ápice interpretativo da Análise Textual Discursiva (ATD), momento em que as unidades de sentido e categorias emergentes são ressignificadas por meio da articulação entre teoria e empiria. O metatexto, nesta perspectiva, não é apenas uma síntese dos dados, mas uma construção interpretativa que revela a profundidade, a complexidade e a originalidade dos saberes docentes mobilizados no exercício da prática pedagógica.

Neste estudo, o CDC foi compreendido como um saber plural e em constante reelaboração, resultado da intersecção entre domínio conceitual, intencionalidade pedagógica, competências emocionais e uso crítico das tecnologias digitais. O CDC não é homogêneo, mas assume diferentes formas conforme as experiências dos professores, os contextos institucionais e os desafios impostos pela realidade escolar. A seguir, apresentamos os principais eixos interpretativos organizados em subcategorias, que sintetizam os achados da pesquisa.

4.3.1 Singularidade dos Saberes Docentes

Os resultados desta pesquisa evidenciam que não há um único modelo de CDC, mas múltiplas formas de elaborá-lo, exercê-lo e ressignificá-lo cotidianamente. Essa pluralidade se manifesta na diversidade de estratégias, enfoques e relações estabelecidas com os estudantes, com o conteúdo e com os recursos disponíveis. O CDC não se apresenta como um conjunto de competências técnicas a serem aplicadas uniformemente, mas como uma práxis situada, moldada por variáveis contextuais e subjetivas. Trata-se de um saber em ação (Schön, 2017), constantemente reconstruído a partir da escuta pedagógica, da leitura das situações imprevistas e da sensibilidade às relações humanas que atravessam o espaço escolar.

Alguns docentes priorizam a responsividade às condições materiais e à escassez de recursos como motor de inovação didática. Em cenários marcados por precariedade, a criatividade emerge como estratégia central para viabilizar o ensino, revelando um CDC pragmático, resiliente e comprometido com a permanência e o engajamento dos estudantes. Tais práticas evidenciam que a precariedade, embora limite, não é sinônimo de imobilismo, mas de reinvenção pedagógica.

Outros professores articulam fortemente o domínio do conteúdo com a mediação didática, demonstrando elevada clareza conceitual e capacidade de organizar e sistematizar os saberes químicos em formatos acessíveis e significativos. Essa racionalidade didática, muitas vezes sustentada por formações sólidas e experiências acumuladas, revela um CDC que se ancora na precisão, mas não se dissocia da escuta e da flexibilidade.

Há também práticas docentes que tomam a inclusão como princípio organizador da didática. Nestes casos, o CDC se apresenta como um saber ético e político, comprometido com a diversidade e com a garantia de que todos os alunos tenham acesso real ao conhecimento, independentemente de suas condições cognitivas, físicas ou sociais. Esse CDC inclusivo se estrutura por meio da adaptação de materiais, da multiplicidade de linguagens e da atenção individualizada aos sujeitos em formação.

A dimensão tecnológica, com destaque para a Inteligência Artificial, aparece como mais uma variável a ser incorporada de forma crítica e situada. Os docentes que se apropriam dessas ferramentas não o fazem de maneira mecânica ou descontextualizada, mas orientam seu uso a partir dos objetivos pedagógicos, das especificidades da turma e da intencionalidade do ensino. A IA, nesse cenário, torna-se uma extensão do CDC,

potencializando práticas autorais e personalizadas, mas sempre mediada pela sensibilidade docente. Além disso, a afetividade, frequentemente vista como elemento complementar, revela-se como eixo estruturante do saber docente. O CDC se fortalece à medida que é atravessado por vínculos, confiança, cuidado e reconhecimento mútuo entre professor e estudante.

4.3.2 O CDC como Práxis Contextual

O CDC não pode ser compreendido de maneira abstrata ou descolada da realidade concreta em que os professores atuam. Tal como sustentam Shulman (1987) e Tardif (2002), o CDC é um saber que se realiza na prática, incorporando elementos contextuais, culturais, emocionais e institucionais. Os dados desta pesquisa evidenciam que o CDC se constitui não apenas a partir do domínio conceitual do conteúdo, mas também e sobretudo, a partir da capacidade do professor de interpretar seu contexto e estabelecer relações significativas com os sujeitos da aprendizagem.

A docência é uma prática profundamente situada. O professor precisa lidar com condições objetivas de trabalho, como número de alunos por turma, infraestrutura tecnológica, carga horária e apoio institucional, e subjetivas, como a motivação da turma, os históricos de fracasso escolar, as questões emocionais dos alunos, e suas próprias crenças e valores. A eficácia do CDC, nesse sentido, não pode ser julgada apenas pela adoção de estratégias ou metodologias, mas pela adequação dessas escolhas às especificidades da realidade em que se inserem.

O CDC se expressa, portanto, na sensibilidade para diagnosticar as condições concretas da aprendizagem e responder a elas com intencionalidade pedagógica. Essa responsividade implica não apenas flexibilidade técnica, mas também disponibilidade relacional. O professor precisa estar presente, emocional e intelectualmente, para reconhecer o momento certo de insistir, de mudar de estratégia, de acolher um silêncio, de desafiar um aluno a ir além. Trata-se de uma prática marcada pelo envolvimento com o outro, pelo cuidado e pela escuta, conforme apontam autores como Nérici (1991) e Zabalza (2021).

Nos relatos analisados, percebe-se que o CDC se constrói com base em interações contínuas entre planejamento e improviso, entre saber sistematizado e saber da experiência. Professores relatam situações em que modificam seus planos de aula em função da reação dos alunos, adaptam o conteúdo a partir da escuta de dificuldades específicas ou reformulam uma abordagem para atingir estudantes com deficiências. Nesses momentos, o CDC não é algo pré-estabelecido, mas uma competência construída no calor da prática, com base na leitura sensível da situação pedagógica.

Essa dimensão relacional do CDC também se estende à mediação entre o conteúdo e os sujeitos. O professor atua como intérprete entre o conhecimento científico e a linguagem dos alunos, entre os conceitos abstratos da Química e as experiências cotidianas dos estudantes. Tal mediação exige, além de domínio conceitual, empatia, criatividade e uma escuta que vá além da cognição, alcançando o afeto. Como argumenta Nóvoa (2009), o bom professor não é apenas aquele que ensina bem, mas aquele que compreende e acolhe o outro em sua singularidade.

Além disso, os dados mostram que o CDC é profundamente influenciado pelas dinâmicas institucionais. Em contextos de maior suporte, como acesso a plataformas digitais, políticas de formação continuada, tempo para planejamento e trocas com colegas, o CDC tende a se ampliar e se diversificar. Já em contextos de escassez, ele assume uma forma mais artesanal, muitas vezes marcada pela reinvenção de materiais, pela adaptação constante e por uma atuação mais solitária. Em ambos os casos, porém, o CDC continua sendo uma prática situada, moldada por condições externas, mas sustentada por decisões internas, éticas, políticas e pedagógicas.

A concepção de CDC como prática situada e relacional rompe, assim, com a ideia de que ensinar é aplicar técnicas ou reproduzir planejamentos universais. Ensinar é, antes, um ato interpretativo, que exige leitura de mundo, escuta do outro e construção constante de pontes entre saberes distintos. É nesse entrelaçamento de contextos, vínculos e decisões que o CDC ganha forma e potência. E é nesse processo sempre singular, sempre incompleto que se revela a profundidade da docência como ato político, humano e transformador.

4.3.3 Mediação Tecnológica e Responsividade

A análise dos relatos evidencia que a tecnologia, especialmente em sua vertente digital e baseada em IA, tem se consolidado como elemento significativo na prática pedagógica dos docentes de Química. No entanto, a integração tecnológica que emerge desta pesquisa está longe de ser homogênea, instrumental ou acrítica. O que se observa é uma apropriação situada, reflexiva e intencional, que reforça a compreensão do CDC como um saber composto por múltiplas dimensões técnica, ética, emocional e relacional.

Conforme proposto por Mishra e Koehler (2006) no modelo TPACK, o uso significativo da tecnologia no ensino depende da intersecção entre conhecimento do conteúdo, conhecimento pedagógico e conhecimento tecnológico. Os professores participantes demonstram, por meio de suas práticas, uma articulação consciente entre esses três saberes, ajustando as ferramentas digitais aos objetivos da aula, ao perfil dos alunos e às condições da escola.

Nos depoimentos, os recursos digitais são selecionados não por sua atratividade ou novidade, mas por sua capacidade de potencializar a aprendizagem. Vídeos, simuladores, jogos, plataformas gamificadas e ambientes virtuais de aprendizagem são empregados com parcimônia e finalidade pedagógica clara. Há uma crítica recorrente à fetichização da tecnologia, compreendendo que, sem mediação docente e intencionalidade didática, os recursos tecnológicos perdem sua eficácia e podem até gerar dispersão.

A IA, em particular, emerge como um recurso inovador, mas não disruptivo. Professores como P5, P2, P1 e P7 relatam o uso do ChatGPT, por exemplo, como suporte para elaboração de questões abertas, resumo de conteúdo, criação de flash cards ou mesmo simulações de debates. Esses usos demonstram uma postura ativa frente à IA, que não substitui o trabalho docente, mas amplia suas possibilidades, sobretudo no que se refere à personalização da aprendizagem e ao estímulo à autoria dos alunos.

Outro aspecto relevante é o critério adotado para o uso da tecnologia: os docentes selecionam as ferramentas digitais com base em fatores como pertinência ao conteúdo, acessibilidade dos alunos, infraestrutura disponível e tempo pedagógico. Como apontado por P6 e P8, nem toda tecnologia serve para toda turma. Essa observação revela um CDC sofisticado, no qual o professor atua como curador de recursos, ajustando a mediação tecnológica ao contexto e às necessidades reais de aprendizagem.

Contudo, a análise também explicita as desigualdades que atravessam o uso da tecnologia nas escolas brasileiras. Professores que atuam em contextos de escassez como P3 e P4, relatam dificuldades com acesso à internet, ausência de equipamentos e limitação de recursos digitais básicos. Nesses cenários, a criatividade docente se apresenta como vetor de resistência e reinvenção, com uso de cartolinas, QR codes impressos, dramatizações e simulações analógicas como alternativas à tecnologia digital. Já em contextos com maior suporte institucional, como no caso de P8, observa-se uma integração mais ampla e diversificada da IA ao cotidiano pedagógico, evidenciando a influência direta da infraestrutura sobre a materialização do CDC tecnológico.

Essa realidade reforça o entendimento de que a tecnologia, por si só, não transforma o ensino: ela é potencializada ou limitada pelas condições objetivas de trabalho e, sobretudo, pela mediação reflexiva do professor. Assim, a integração da tecnologia ao CDC precisa ser compreendida como um processo ético e situado, em que a centralidade continua sendo o sujeito que aprende, e não o recurso utilizado.

Por fim, destaca-se que os professores que integram criticamente a tecnologia às suas práticas não o fazem por modismo ou pressão institucional, mas por acreditarem que ela pode ampliar o acesso ao conhecimento, diversificar linguagens e fortalecer o vínculo pedagógico. Trata-se de uma integração ancorada na escuta pedagógica, na sensibilidade docente e na permanente atualização profissional, elementos que reafirmam o CDC como saber complexo, crítico e profundamente humanizado.

4.3.4 A Dimensão Afetiva como Estrutura do Ensino

A consolidação das análises conduzidas nas seções anteriores permite afirmar que o CDC, tal como construído pelos professores participantes desta pesquisa, deve ser compreendido como uma práxis em constante movimento, situada, relacional, crítica e profundamente atravessada pelas dimensões emocionais e tecnológicas do fazer docente contemporâneo.

Longe de um conjunto de técnicas ou saberes prescritos, o CDC que emerge desta investigação revela-se como um saber-fazer articulado à escuta sensível do contexto, à reflexão contínua sobre a prática e à responsividade às múltiplas exigências da sala de aula. Conforme argumenta Tardif (2002), os saberes docentes não são neutros nem

universais: são produzidos nas interações entre os sujeitos, as instituições e as condições materiais de ensino. Nesse sentido, os professores demonstram que o CDC não é um fim em si, mas um meio pelo qual se busca promover aprendizagens significativas, respeitando a diversidade dos estudantes, as limitações do sistema educacional e as possibilidades da própria experiência docente.

A articulação entre planejamento flexível, avaliação dialógica, competências emocionais e uso crítico da tecnologia configura um CDC multifacetado e integrado. Essa integração só se torna possível porque os professores analisados mobilizam um olhar ético e humano sobre o processo de ensinar, considerando que o aluno não é um receptor passivo de conteúdos, mas um sujeito ativo, que aprende a partir de suas vivências, emoções e modos próprios de significar o conhecimento.

No plano afetivo, a pesquisa demonstrou que o vínculo e o acolhimento não são elementos periféricos, mas estruturantes do CDC. O ensino de Química, mesmo em sua densidade conceitual, é atravessado por gestos de cuidado, escuta e reconhecimento do outro, atitudes que, como defendem Zabalza (2004) e Goleman (1995), criam as condições necessárias para que o saber científico encontre ressonância na experiência do estudante. A construção de um ambiente emocionalmente seguro emerge, assim, como condição *sine qua non* para a aprendizagem, sobretudo em contextos de vulnerabilidade social e emocional.

No plano tecnológico, o CDC revela-se adaptativo e crítico. Os professores não aderem acriticamente às inovações digitais, tampouco rejeitam seu uso com base em discursos nostálgicos. O que se verifica é um movimento de apropriação consciente, em que a tecnologia, inclusive a Inteligência Artificial, é incorporada como extensão do trabalho docente, sempre mediada por critérios pedagógicos, éticos e relacionais. Tal postura coaduna-se com o conceito de “professor reflexivo” proposto por Schön (2017), que não apenas aplica conhecimentos prontos, mas os recria à luz das situações concretas de ensino.

A análise de dimensões subjetivas como afetividade, emoções e regulação emocional apresenta desafios metodológicos significativos, sobretudo em pesquisas qualitativas voltadas à prática docente. Tais aspectos são intrinsecamente complexos, atravessados por experiências pessoais, contextos sociais e históricos, trajetórias profissionais e mesmo condições psicofísicas momentâneas. Durante a realização desta

pesquisa, emergiram questões importantes relacionadas à saúde mental dos participantes, como a possível realização de acompanhamento terapêutico, uso de medicação psicotrópica ou vivências de sofrimento emocional.

Embora tais elementos não tenham sido objeto direto de investigação, é necessário reconhecer que eles influenciam diretamente a forma como os docentes se posicionam diante dos desafios escolares, constroem vínculos com os alunos e mobilizam estratégias de regulação emocional no exercício da docência. Como destacam Damasio e Carvalho (2021), emoções e afetos não são meros elementos periféricos na prática pedagógica, mas constituem dimensões centrais da constituição do sujeito docente e do ambiente educacional.

Nesse sentido, avaliar tais fatores demanda instrumentos específicos e abordagens interdisciplinares que articulem psicologia, sociologia e educação, respeitando os limites éticos da privacidade e da não exposição dos participantes. Optou-se, neste estudo, por não aprofundar aspectos clínicos individuais, uma vez que isso exigiria outro delineamento metodológico, com protocolos de consentimento e proteção de dados mais robustos. Ainda assim, reconhece-se que o campo das emoções na docência permanece um território sensível e relevante, cujo aprofundamento pode enriquecer significativamente futuras investigações sobre o conhecimento didático do conteúdo e a formação docente.

4.3.5 Contribuições para a Formação Docente

Os achados desta pesquisa evidenciam de forma contundente que o CDC não pode ser compreendido como um repertório técnico a ser dominado ou como uma sequência de procedimentos metodológicos universais. Pelo contrário, ele se configura como um saber complexo, processual, situado e ético, que se constrói na intersecção entre o domínio conceitual da disciplina, a mediação pedagógica, a escuta ativa, a sensibilidade afetiva e o uso crítico das tecnologias digitais emergentes. Tal constatação impõe importantes reflexões sobre os rumos da formação docente, tanto inicial quanto continuada, no contexto brasileiro.

É fundamental que os cursos de licenciatura em Química e, por extensão, os de todas as áreas superem modelos formativos excessivamente conteudistas, fragmentados

e descolados da prática. O CDC, conforme evidenciado pelos docentes entrevistados, emerge justamente na articulação entre o conhecimento disciplinar e o saber pedagógico-contextual, tal como defendido por autores como Shulman (1987), Tardif (2002), Pimenta (1999) e Gauthier *et al.* (1998). Por isso, a formação inicial deve proporcionar espaços de experimentação, reflexão e integração entre teoria e prática, nos quais o futuro professor possa desenvolver sua identidade profissional de maneira crítica e autoral.

Neste sentido, as contribuições de Pastoriza (2015, 2021) são fundamentais ao enfatizar a intencionalidade pedagógica como eixo articulador da prática docente. Para o autor, o planejamento e a ação docente não devem ser concebidos como execução de etapas predefinidas, mas como gestos pedagógicos responsáveis e situados, que consideram a historicidade dos sujeitos e o caráter relacional do ensino. A formação docente, portanto, deve formar professores que planejem com sentido, que saibam justificar pedagogicamente suas escolhas e que desenvolvam uma escuta sensível ao outro.

Além disso, a dimensão emocional da docência frequentemente negligenciada nos currículos formativos revelou-se, nesta pesquisa, como elemento central do CDC. Os professores demonstraram que o vínculo afetivo, o acolhimento das subjetividades e a autorregulação emocional não apenas influenciam a qualidade do ensino, mas também sustentam o engajamento dos alunos e a saúde mental dos próprios docentes. Nesse sentido, é urgente que a formação docente inclua abordagens que promovam o desenvolvimento das competências socioemocionais, conforme sugerem os estudos de Goleman (1995) ao argumentar que ensinar é um ato profundamente humano e atravessado pela experiência emocional do professor.

Outro ponto fundamental diz respeito à apropriação das tecnologias digitais e, especialmente, da IA. A pesquisa mostrou que os professores não utilizam essas ferramentas de forma passiva ou entusiasticamente acrítica, mas constroem critérios pedagógicos, éticos e situacionais para sua incorporação no CDC. Essa postura reflete uma competência docente contemporânea que precisa ser cultivada desde a formação inicial. Como argumentam Mishra e Koehler (2006), o conhecimento tecnológico-pedagógico do conteúdo (TPACK) deve ser entendido como dimensão integrada do saber docente, e não como um apêndice técnico. Pastoriza (2021) complementa esse ponto ao enfatizar que a tecnologia, quando apropriada de forma crítica, pode ampliar a escuta

pedagógica e a responsividade docente, desde que esteja a serviço da humanização dos processos de ensino-aprendizagem.

Adicionalmente, os resultados apontam para a relevância da formação continuada como espaço de escuta, atualização e fortalecimento profissional. Muitos dos professores entrevistados relatam que a consolidação do seu CDC se deu principalmente no exercício da prática, com base na experimentação, na colaboração entre pares e no enfrentamento das condições concretas de ensino. Nesse cenário, as políticas públicas voltadas à formação docente devem ser sensíveis às realidades escolares e respeitosas da autonomia pedagógica, valorizando os saberes da experiência (Tardif, 2002) e investindo em programas de formação em serviço que sejam dialógicos, contextualizados e emancipatórios.

Por fim, o CDC que emerge desta pesquisa interpela a própria concepção de docência: ensinar Química, e ensinar, em geral, não é meramente aplicar técnicas, mas envolver-se com sujeitos, escutar suas necessidades, mediar conflitos, adaptar-se a contextos desafiadores e reinventar cotidianamente os caminhos da aprendizagem. Trata-se de um trabalho essencialmente humano, relacional, político e criativo.

Assim, reafirma-se que o fazer docente é, antes de tudo, um ato de resistência contra as lógicas tecnicistas, a padronização curricular, o esvaziamento afetivo da escola e a desvalorização da profissão. É também um ato de compromisso ético, como defende Pastoriza, com o direito de aprender e de esperança pedagógica, na medida em que aposta na capacidade da educação de transformar realidades. A formação docente, nesse horizonte, deve ser pensada como um processo formativo integral, que cultiva não apenas o saber ensinar, mas também o saber cuidar, escutar, criar e resistir.

A análise das entrevistas revelou que a construção do conhecimento didático do conteúdo (CDC) é intrinsecamente influenciada pelas condições institucionais em que os docentes estão inseridos. Professores vinculados à rede federal, por exemplo, relataram maior liberdade para experimentar abordagens inovadoras e utilizar tecnologias como a inteligência artificial, favorecendo a articulação entre conhecimento disciplinar e emocional. Já docentes da rede municipal, atuando em contextos marcados por escassez de recursos e forte vulnerabilidade social, demonstraram grande capacidade adaptativa, porém com menos apoio institucional formal. Esses contrastes evidenciam que, embora

o CDC seja construído pelo professor, ele não se desenvolve no vazio: o contexto institucional atua como mediador que pode potencializar ou restringir essa construção.

Os resultados desta pesquisa evidenciam que a incorporação das TIC e da Inteligência Artificial (IA) na prática pedagógica não pode ser analisada apenas sob a ótica da inovação ou da eficácia didática. Trata-se de um processo que exige uma reflexão ética constante, especialmente diante das desigualdades materiais que marcam o cotidiano das escolas públicas e das profundas transformações nas relações de ensino e aprendizagem.

Nesse sentido, propõe-se como horizonte ético a adoção de princípios orientadores que permitam ao professor avaliar criticamente o uso das tecnologias em sala de aula. Inspirado em autores como Moran (2021), Selwyn (2016) e Valente (2014), esse horizonte se ancora em quatro balizas principais:

1. Intencionalidade pedagógica: a tecnologia deve estar a serviço dos objetivos de aprendizagem, e não o contrário. Seu uso ético exige clareza sobre o que se quer ensinar, como e por quê, evitando modismos ou imposições institucionais descontextualizadas.

2. Equidade e acessibilidade: é ético o uso de uma tecnologia que considera as condições reais dos alunos para acessá-la, respeitando sua diversidade sociocultural e suas possibilidades materiais. Propostas que excluem ou expõem os estudantes à humilhação ou à desigualdade de acesso violam esse princípio.

3. Autonomia docente e crítica tecnológica: os professores devem ter liberdade e preparo para decidir sobre o uso das ferramentas, a partir de seu conhecimento pedagógico e do contexto escolar. A ética do uso tecnológico se opõe a uma lógica de padronização imposta ou à dependência acrítica de plataformas.

4. Proteção da dignidade e dos dados: a adoção de IA e de outras tecnologias deve respeitar a privacidade, a integridade emocional e a segurança dos dados de professores e alunos. O uso ético pressupõe o conhecimento e o respeito à LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados) e a outras normativas sobre direitos digitais.

“A gente tem que pensar: isso vai ajudar mesmo? Vai incluir ou vai excluir? Vai tornar o conteúdo mais acessível ou só mais bonito?” (P6). Essa fala de um dos participantes sintetiza bem o compromisso ético que se espera da docência no século XXI: não basta saber usar a tecnologia, é preciso usá-la de forma consciente, situada e responsável.

Portanto, a ética do uso das tecnologias na educação não está previamente dada pelas ferramentas em si, mas se constrói no encontro entre intenção pedagógica, consciência social e sensibilidade humana. Como apontam os achados deste estudo, os professores já mobilizam tais critérios em suas práticas, ainda que de modo intuitivo ou autodidata, o que reforça a necessidade de uma formação continuada crítica e sensível à realidade das escolas públicas brasileiras.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo partiu do pressuposto de que o CDC não é um saber técnico a ser simplesmente transmitido, mas uma construção situada, relacional e reflexiva, que se desenvolve na interseção entre o conhecimento disciplinar, o saber pedagógico, a sensibilidade afetiva e a mediação crítica com o contexto.

A introdução da tese apresentou o problema de pesquisa, os objetivos geral e específicos, e a justificativa do estudo, fundamentando a relevância de investigar o CDC em sua complexidade e singularidade. Foram delineadas três questões norteadoras: como os professores de Química constroem e atualizam seu CDC no cotidiano escolar; quais elementos influenciam suas decisões pedagógicas; e de que forma percebem os sentidos de sua prática profissional.

O capítulo 1 apresentou os fundamentos metodológicos da pesquisa, com destaque para o uso da abordagem qualitativa e da Análise Textual Discursiva como estratégia de interpretação dos relatos docentes. Detalhou-se o percurso da investigação, os critérios de seleção dos participantes, os procedimentos de coleta de dados e os princípios éticos que orientaram o trabalho.

No capítulo 2 foram discutidos os referenciais teóricos que sustentam o estudo. A seção 2.1 explorou o conceito de CDC a partir de autores como Shulman, Tardif, Gauthier, Pimenta, Pastoriza, entre outros, mostrando que esse saber articula múltiplas dimensões do conhecimento docente. A seção 2.2 tratou da dimensão emocional da docência, evidenciando o papel da escuta, do afeto, do vínculo e da subjetividade na constituição da prática pedagógica. Já a seção 2.3 abordou os desafios e possibilidades das tecnologias digitais emergentes e da inteligência artificial na constituição do CDC, discutindo a articulação com o modelo TPACK, as potencialidades das simulações, da personalização da aprendizagem e do ensino adaptativo.

O capítulo 3 apresentou os procedimentos de análise, com a descrição das etapas da Análise Textual Discursiva e a organização das unidades de sentido em categorias e subcategorias. Esse processo permitiu uma leitura aprofundada dos discursos dos professores e a identificação de padrões interpretativos que revelam como se dá a constituição do CDC nas práticas reais.

O capítulo 4 expôs os resultados e discussões da pesquisa, organizados em duas grandes categorias: uma com base nas categorias teóricas e outra emergente da análise. Discutiu-se a singularidade dos saberes docentes, o uso de analogias, a inovação na

precariedade, a diversificação de linguagens, a integração da avaliação com o CDC, e também a escuta dos alunos, a apropriação crítica das tecnologias digitais e as desigualdades materiais que desafiam a prática pedagógica.

O capítulo 5 retomou, à luz dos achados, as principais contribuições da pesquisa para a formação docente. Defendeu-se a necessidade de propostas formativas mais integradas, reflexivas, afetivas e críticas, que valorizem tanto os saberes da experiência quanto o desenvolvimento de competências socioemocionais e digitais.

Em relação aos objetivos específicos, todos foram contemplados. A análise mostrou que os professores compreendem e constroem o CDC de forma integrada com seu cotidiano e com os contextos em que atuam. Os sentidos atribuídos à prática docente revelaram engajamento, ética, afetividade e resistência frente às adversidades. As tecnologias, especialmente a inteligência artificial, são incorporadas criticamente e de forma criativa. Por fim, discutiu-se como esses achados podem contribuir para repensar a formação de professores com base em suas necessidades reais, respeitando suas trajetórias e subjetividades.

Em resposta às questões da introdução, constatou-se que os professores constroem seu CDC na articulação entre conhecimento, escuta, afeto e mediação pedagógica. Suas práticas são moldadas por múltiplos fatores: condições institucionais, desafios tecnológicos, experiências de formação, vínculos com os estudantes e contextos escolares muitas vezes precarizados. Ainda assim, desenvolvem estratégias inovadoras, comprometidas com a aprendizagem e com a transformação social.

Apesar das contribuições deste estudo, algumas limitações devem ser reconhecidas. A pesquisa concentrou-se em um grupo específico de professores de Química da rede básica, com amostragem intencional e número reduzido de participantes. Isso implica que os resultados não podem ser generalizados para outros contextos educacionais ou disciplinas. Além disso, a análise baseou-se em entrevistas, o que pode ter limitado a observação direta das práticas docentes em ação. Futuros estudos poderão complementar esta abordagem com observações em sala de aula, análise de planos de ensino e materiais didáticos, ampliando a triangulação dos dados.

A pesquisa evidencia que o CDC exige mais do que domínio técnico e disciplinar: envolve também a construção de uma prática docente sensível às dimensões afetiva, emocional e criativa do ensino. Nesse sentido, propõe-se que os cursos de formação

inicial e continuada incorporem dispositivos que articulem o conhecimento científico à escuta, à afetividade e à criatividade docente. A dimensão afetiva, muitas vezes negligenciada nos currículos de formação, precisa ser reconhecida como estrutural e não acessória no exercício da docência. Trabalhar com afetividade é criar espaços de escuta ativa, de partilha de experiências e de reflexão sobre o papel das emoções no processo de ensinar e aprender. Isso pode ser feito por meio de metodologias que valorizem a formação humanizada, como rodas de conversa, relatos autobiográficos, análise de vivências pedagógicas, e discussões sobre dilemas emocionais enfrentados em sala de aula.

As competências emocionais, por sua vez, podem e devem ser desenvolvidas ao longo da formação. Referenciais como a Teoria da Inteligência Emocional, as contribuições da psicologia educacional e as práticas baseadas na pedagogia crítica oferecem caminhos potentes para que os futuros professores aprendam a identificar, compreender e regular suas emoções, além de exercer a empatia e a escuta sensível com seus alunos. Para isso, os cursos de licenciatura e pós-graduação podem incorporar componentes curriculares voltados à educação emocional, bem como projetos integradores e oficinas que promovam o cuidado de si, o bem-estar docente e a mediação de conflitos.

Além da afetividade, a criatividade é outro pilar fundamental do CDC que deve ser pensado com intencionalidade na formação. Ela não é uma característica inata, mas uma competência que pode ser estimulada por meio de experiências formativas que valorizem a experimentação, a autoria, a resolução de problemas e a liberdade pedagógica. Propostas como a aprendizagem baseada em projetos, o ensino investigativo e o uso criativo de recursos didáticos, analógicos ou digitais, favorecem a construção de práticas mais engajadoras, contextualizadas e significativas. Para que isso ocorra, é necessário criar ambientes seguros, onde o erro seja compreendido como parte do processo de aprendizagem e não como falha, incentivando os professores em formação a propor, testar, reformular e inovar sem medo.

Assim, contribuir para a formação de professores que desenvolvam seu CDC de forma crítica, afetiva e criativa requer romper com modelos tecnicistas de formação e investir em processos reflexivos, colaborativos e situados. A docência, especialmente no ensino de Química, demanda sujeitos capazes de articular conhecimento, sensibilidade e

ação pedagógica diante das complexidades do mundo contemporâneo. Por isso, defender a centralidade da afetividade, das competências emocionais e da criatividade na formação é afirmar o compromisso com uma educação mais humana, ética e transformadora.

Desenvolver a empatia e a autorregulação emocional nos cursos de licenciatura é uma tarefa urgente e possível. Na formação inicial, é fundamental que as instituições de ensino superior criem espaços formativos intencionais, que favoreçam o autoconhecimento, a escuta sensível e a compreensão do outro. A empatia pode ser trabalhada por meio de práticas pedagógicas que promovam o contato com diferentes realidades escolares e com a diversidade sociocultural dos alunos, como projetos de extensão, estágios supervisionados com observação crítica e reflexões orientadas sobre o contexto das escolas públicas.

A autorregulação emocional, por sua vez, pode ser promovida a partir de estratégias de formação que ajudem o futuro professor a reconhecer suas emoções, compreender seus limites e desenvolver recursos internos para lidar com o estresse, a frustração e os desafios do cotidiano escolar. Oficinas de educação emocional, rodas de conversa, escrita reflexiva, supervisão de estágios com foco no cuidado docente e o uso de metodologias ativas que envolvam o estudante em situações de tomada de decisão são caminhos eficazes. É importante que os formadores de professores também atuem como modelos de autorregulação, acolhendo os sentimentos dos licenciandos, validando suas inseguranças e oferecendo mediação ética e afetiva ao longo do processo formativo.

Na formação continuada, o trabalho com empatia e autorregulação emocional pode se dar por meio de formações interpares, grupos de apoio entre professores, oficinas de autocuidado, práticas integrativas e reflexões colaborativas sobre os conflitos e dilemas vividos na prática docente. Também é possível utilizar estudos de caso, narrativas pedagógicas, simulações de sala de aula e análise de situações críticas como instrumentos para fortalecer essas competências.

Tanto na formação inicial quanto na continuada, é necessário superar a lógica de cursos fragmentados e voltados exclusivamente ao domínio técnico. Promover a empatia e a autorregulação emocional significa reconhecer o professor como sujeito de desejos, medos, histórias e relações, e não apenas como transmissor de conteúdo. Esses elementos não são acessórios, mas estruturantes da prática pedagógica.

Ensinar Química é, antes de tudo, um ato ético. Não apenas porque lida com conteúdo científicos complexos, mas porque envolve decisões que afetam a forma como os alunos se relacionam com o conhecimento, com a realidade e com os outros. Cada escolha didática, seja o uso de uma tecnologia, a forma de abordar um conceito ou o modo de tratar um erro, carrega consigo uma intenção pedagógica e um horizonte formativo. Nessa perspectiva, ensinar Química vai além da transmissão de fórmulas e estruturas moleculares: é formar sujeitos que compreendam criticamente o mundo e possam intervir eticamente nele.

A tese defendida neste trabalho é que o CDC de professores de Química da educação básica se constitui como um saber situado, híbrido e ético, forjado no entrelaçamento entre os saberes da ciência, da docência e da experiência, e permeado pelas mediações tecnológicas, emocionais e contextuais do cotidiano escolar. Esse entendimento rompe com visões reducionistas de CDC como um simples domínio técnico ou de aplicação didática, afirmando seu caráter dinâmico, relacional e orientado por valores.

O ineditismo da pesquisa reside justamente em analisar o CDC a partir das vozes de professores em exercício, iluminando como esse conhecimento se constrói no chão da escola, diante de condições reais, muitas vezes adversas, e como se expressa em práticas que conciliam criatividade, crítica e compromisso. Ao articular categorias como TPACK, multiletramentos, intencionalidade pedagógica e tecnologias digitais, a pesquisa contribui para uma compreensão ampliada do CDC no ensino de Ciências, com foco na formação ética e integral do sujeito.

Nesse caminho, o pensamento de Adela Cortina oferece um importante aporte. Ao propor uma ética da razão cordial, que une a racionalidade crítica ao reconhecimento empático do outro, Cortina aponta para uma educação comprometida com a cidadania, a justiça e a dignidade. Essa abordagem ecoa nos relatos dos professores, que revelam preocupação em tornar o ensino acessível, acolhedor e relevante, mesmo em contextos de precariedade. Assim, ensinar Química também é um gesto cordial, no sentido de reconhecer e valorizar a humanidade do outro no processo de ensinar e aprender.

Essa concepção se aproxima da proposta de uma “Química humanizada”, orientada por uma racionalidade não apenas técnica, mas sensível e ética, capaz de formar sujeitos críticos e solidários em um mundo cada vez mais tecnológico, mas também mais

desigual. Diante disso, reafirma-se que o CDC, longe de ser um saber neutro, é uma construção ética, situada e política, e por isso mesmo, essencial para uma escola que não se cale, mas que fale com ciência, sensibilidade e compromisso.

Como sugestão para pesquisas futuras, propõe-se a ampliação do escopo para outras áreas do conhecimento, como Ciências, Biologia, Física e Matemática, além da realização de estudos longitudinais que acompanhem o desenvolvimento do CDC ao longo do tempo e em diferentes etapas da formação docente. Também se sugere a investigação das relações entre CDC, tecnologias emergentes e equidade educacional, com foco especial em contextos de vulnerabilidade. Ainda, recomenda-se o aprofundamento da discussão sobre a integração entre os modelos TPACK e CDC, considerando os desafios impostos pela inteligência artificial generativa e pelas novas dinâmicas de ensino híbrido e remoto.

Em síntese, este trabalho reafirma que ensinar Química é um ato ético, situado e profundamente humano. O CDC não é uma técnica, mas uma prática viva, marcada por decisões, afetos, mediações e resistências. Reconhecê-lo em sua complexidade é, também, reconhecer a docência como um saber em constante construção, capaz de transformar vidas e realidades por meio da educação.

REFERÊNCIAS

- AKILLI, Mustafa. Attributes of 3D Computer Models for Learning the Structure of Atom by Undergraduate Science Teacher's Students. **European Journal of Educational Sciences**, v. 8, n. 2, p. 85–99, 2021.
- ALMEIDA, Habssay Flabull Araújo de. Tecnologia emergentes na educação: reflexões sobre aprendizagem. **Revista Tópicos**, v. 2, n. 6, p. 1–12, 2024.
- ALMEIDA, Patrícia Cristina Albieri De; BIAJONE, Jefferson. Saberes docentes e formação inicial de professores: implicações e desafios para as propostas de formação. **Educação e Pesquisa**, v. 33, n. 2, p. 281–295, 2007.
- ALNAQBI, Najla M.; FOUDA, Walaa. Exploring the Role of ChatGPT and social media in Enhancing Student Evaluation of Teaching Styles in Higher Education Using Neutrosophic Sets. **International Journal of Neutrosophic Science**, v. Volume 20, n. Issue 4, p. 181–191, 2023.
- AMBROSIO, Isadora Camata *et al.* A importância da empatia para o desenvolvimento educacional de crianças vulneráveis sob a ótica de Pierre Bourdieu. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 1, p. 382–386, 2024.
- ANTUNES, Celso. **Trabalhando a Alfabetização Emocional com Qualidade**. Paulus Editora, 2012.
- ARIZA, Leidy Gabriela Ariza. **Formação do educador ambiental a partir do conhecimento didático do conteúdo: uma experiência no contexto EaD no Brasil**. 2017. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande, RS, 2017.
- AZAMBUJA, Celso Candido de; SILVA, Gabriel Ferreira da. Novos desafios para a educação na Era da Inteligência Artificial. **Filosofia Unisinos**, v. 25, p. e25107, 2024.
- BACA, Laurinda; ONOFRE, Marcos; PAIXÃO, Fátima. O conhecimento didático do conteúdo do professor e sua relação com a utilização de atividades práticas nas aulas de química: um estudo com professores peritos do sistema educativo angolano. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19, n. 1, p. 29–54, 2014.
- BALSAN, Lisandra Lunkes; FRANZ, Anderson; SOUZA, Cezar Junior de. Método de avaliação utilizando Educação 4.0. **Olhares & Trilhas**, v. 21, n. 1, p. 123–131, 2019.
- BARALT, Melissa *et al.* Virtual Tabadul: Creating Language-Learning Community Through Virtual Reality. **Journal of International Students**, United States, v. 12, n. S3, p. 168–188, 2022.
- BARDACH, Lisa; KLASSEN, Robert M.; PERRY, Nancy E. Teachers' Psychological Characteristic: Do They Matter for Teacher Effectiveness, Teachers' Well-being, Retention, and Interpersonal Relations? An Integrative Review. **Educational Psychology Review**, v. 34, n. 1, p. 259–300, 2022.

BARRETO, Raquel. A escola entre os embates na pandemia. **Educação & Sociedade**, v. 42, 2021.

BAUMGART, Andreas; MAMLOUK, Amir Madany. A Knowledge-Model for AI-Driven Tutoring Systems. *In: Frontiers in artificial intelligence and applications*. Netherlands: IOS Press, 2022. Disponível em: <https://lens.org/021-468-133-128-039>.

BELÉM, José Lucas Fialho. **Inteligência emocional e criatividade: um estudo descrito em professores de química**. 2022. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2022.

BITENCOURT, Wanderci Alves; SILVA, Diego Mello; XAVIER, Gláucia do Carmo. Pode a inteligência artificial apoiar ações contra evasão escolar universitária?. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 30, n. 116, p. 669–694, 2022.

BLIKSTEIN, Paulo; VALENTE, Jose; MOURA, Éliton Meireles de. Educação maker: onde está o currículo?. **Revista e-Curriculum**, v. 18, n. 2, p. 523–544, 2020.

BLÖMEKE, Sigrid; GUSTAFSSON, Jan-Eric; SHAVELSON, Richard J. Beyond dichotomies: Competence viewed as a continuum. **Zeitschrift für Psychologie**, Germany, v. 223, n. 1, p. 3–13, 2015.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação Qualitativa em Educação**. Porto: Porto Editora, 1994. Disponível em: <http://www.portoeditora.pt/produtos/ficha/investigacao-qualitativa-em-educacao/128064>. Acesso em: 27 maio 2023.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: Governo Federal, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 10 abr. 2025.

BRASIL. **Lei n.º 9.394 - Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB)**. 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 10 abr. 2025.

BRASIL, Camila Litchina; SILVA, Vitória Schiavon da; GUADAGNINI, Paulo Paulo Henrique. Contribuições Acadêmicas sobre o Conhecimento Didático do Conteúdo: Uma Revisão no Contexto Brasileiro. **Anais dos Encontros de Debates sobre o Ensino de Química - ISSN 2318-8316**, n. 43, p. 1–9, 2024.

CAMPOS, Cácia Samira de Sousa. **A importância da educação socioemocional para os discentes no ensino médio integrado do IFPA Campus Itaituba**. 2022. - Campus Manaus Centro Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT) Instituto Federal do Amazonas IFAM, 2022.

CANDAU, Vera Maria Ferrão. Cotidiano escolar e práticas interculturais. **Cadernos de Pesquisa**, v. 46, p. 802–820, 2016.

CARLSON, Janet *et al.* The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. *In*: HUME, Anne; COOPER, Rebecca; BOROWSKI, Andreas (org.). **Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2019. p. 77–94. Disponível em: https://link.springer.com/10.1007/978-981-13-5898-2_2. Acesso em: 29 maio 2025.

CARNEIRO, Maria Daniele Lungas; LOPES, Cícera Alves Nunes. Desenvolvimento das Competências Socioemocionais em Sala de Aula / Development of Socioemotional Skills in the Classroom. **ID on line. Revista de psicologia**, v. 14, n. 53, p. 1–14, 2020.

CHATTERJEE, Sheshadri; BHATTACHARJEE, Kalyan Kumar. Adoption of artificial intelligence in higher education: a quantitative analysis using structural equation modelling. **Education and Information Technologies**, United Kingdom, v. 25, n. 5, p. 3443–3463, 2020.

CHINONSO, Opara Emmanuel; THERESA, Adalikwu Mfon-Ette; ADUKE, Tolorunleke Caroline. ChatGPT for Teaching, Learning and Research: Prospects and Challenges. **Global Academic Journal of Humanities and Social Sciences**, v. 5, n. 2, p. 33–40, 2023.

CORTÉS-DENIA, Daniel *et al.* Socioemotional Resources Account for Academic Adjustment in Moroccan Adolescents. **Frontiers in Psychology**, v. 11, 2020. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2020.01609/full>. Acesso em: 2 maio 2024.

CORTINA, Adela. **Ética da razão cordial: educar na cidadania no século XXI**. Tradução de Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: Edições Loyola, 2009.

CROMPTON, Helen; BURKE, Diane. Artificial intelligence in higher education: the state of the field. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, v. 20, n. 1, p. 22, 2023.

DEPAEPE, Fien; VERSCHAFFEL, Lieven; KELCHTERMANS, Geert. Pedagogical content knowledge: A systematic review of the way in which the concept has pervaded mathemaTIC educational research. **Teaching and Teacher Education**, v. 34, p. 12–25, 2013.

DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda; MARTINS, Silvana. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, p. 268–288, 2017.

DUVAL, R. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. *In* **Aprendizagem em matemática: Registros de representação semiótica**. S. D. A. Machado (Org.). Campinas: Papyrus, 2003.

EASTWICK, Paul; FINKEL, Eli; SIMPSON, Jeffry. Psychological Inquiry An International Journal for the Advancement of Psychological Theory The Relationship Trajectories Framework: Elaboration and Expansion. 2019.

EJAZ, Hamza *et al.* Artificial intelligence and medical education: A global mixed-methods study of medical students' perspectives. **Digital health**, United States, v. 8, 2022. Disponível em: <https://lens.org/043-614-761-156-226>.

ESCOBAR, Daise Fernanda Santos Souza *et al.* Assessing the Mental Health of Brazilian Students Involved in Risky Behaviors. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 10, p. 3647, 2020.

FERNANDES, Michele. **Jogos e inteligência socioemocional: possibilidades para a educação física no ensino médio**. Goiânia, GO: Instituto Federal Goiano, 2023.

FERNANDEZ, Carmen. Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de professores de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. 2, p. 500–528, 2015.

FONSECA, Dalanna Carvalho da. Educação socioemocional no RN: diálogos sobre práticas pedagógicas pós-BNCC. **Revista Caparaó**, v. 1, n. 2, p. e11–e11, 2019.

FRANCISCO, Welington. A relação com o saber e o ensino de química: fundamentos teóricos para analisar o processo de aprendizagem em atividade de sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 1, p. 01–21, 2019.

FREIRE, Paulo. **Educação e mudança**. 41. ed. São Paulo: Paz & Terra, 2011.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. Rio de Janeiro: Paz & Terra, 2008.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREITAS, Sirley Leite; PACÍFICO, Juracy Machado. Formação continuada: um estudo colaborativo com professores do Ensino Médio de Rondônia. **Interações (Campo Grande)**, p. 141–153, 2020.

FROZZA, Edson; PASTORIZA, Bruno dos Santos. A universidade como espaço central na formação de professores de Química. **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 2, n. 2, 2018. Disponível em: <https://revistas.unila.edu.br/eqpv/article/view/1413>. Acesso em: 25 maio 2025.

GARRITZ, Andoni; DAZA-ROSALES, Silvio Fernando; LORENZO, María Gabriela. Conocimiento Didáctico del Contenido. Una perspectiva Iberoamericana**El libro puede adquirirse impreso en <http://www.morebooks.de>. **Educación Química**, v. 26, n. 1, p. 66–70, 2015.

GAUTHIER, Clermont. Por uma teoria da pedagogia : pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. *In*: Ijuí - RS: UNIJUI, 1998. Disponível em: <https://ria.ufrn.br/jspui/handle/123456789/1339>. Acesso em: 4 fev. 2025.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GOES, Luciane Fernandes de *et al.* Aspectos do conhecimento pedagógico do conteúdo de química verde em professores universitários de química. **Educación Química**, v. 24, p. 113–123, 2013.

GOLEMAN, Daniel. **Inteligência emocional**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: Objetiva, 1996.

GOLEMAN, Daniel; SENGE, Peter; LEITE, Cássio de Arantes. **O foco triplo: Uma nova abordagem para a educação**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2015.

HADERER, Bernhard; CIOLACU, Monica. Education 4.0: Artificial Intelligence Assisted Task- and Time Planning System. **Procedia Computer Science**, v. 200, p. 1328–1337, 2022.

IMBERNÓN, Francisco. **Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza**. São Paulo: Cortez, 2021.

JUMA, Hamis. Artificial intelligence: higher education students' knowledge and understanding. **Towards Excellence**, p. 834–841, 2021.

KAZANIDIS, Ioannis; PELLAS, Nikolaos; CHRISTOPOULOS, Athanasios. A Learning AnalyTIC Conceptual Framework for Augmented Reality-Supported Educational Case Studies. **Multimodal Technologies and Interaction**, v. 5, n. 3, p. 9, 2021.

KULGEMEYER, Christoph; RIESE, Josef. From professional knowledge to professional performance: The impact of CK and PCK on teaching quality in explaining situations. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 55, n. 10, p. 1393–1418, 2018.

LEITE, Danilo Meira; LATANZA, José Amilton. Repensando a práxis educacional: breve olhar sobre os recursos educacionais abertos. **Revista História Hoje**, v. 3, n. 5, p. 323–327, 2014.

LEMKE, Cláudia Elizandra; PANSERA-DE-ARAUJO, Maria Cristina. Publicações sobre TPACK no Brasil entre 2018 e 2021. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, p. e023045, 2023.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática - Velhos e novos temas**. Goiânia: Edição do autor, 2002. Disponível em: <https://docero.com.br/doc/nns5x0>. Acesso em: 14 abr. 2021.

LINO, Johnnata Luiz Silva *et al.* Currículo na contemporaneidade e as tecnologias emergentes. **Revista Contemporânea**, v. 4, n. 1, p. 2815–2832, 2024.

LOPES, Telma de Souza; CASTRO, Rafael Fonseca de; OLIVEIRA, Josiane Zarco de. Formação de professores para o uso pedagógico de tecnologias emergentes na educação infantil: uma investigação histórico-cultural em escolas públicas de Porto Velho/RO. **Revista Exitus**, v. 14, p. e024017–e024017, 2024.

LOPES, Claudivan Sanches; PONTUSCHKA, Nídia Nacib. O conhecimento pedagógico do conteúdo na prática profissional de professores de geografia. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 19, n. 1, p. 76–92, 2015.

LOUGHRAN, John. Pedagogical reasoning: the foundation of the professional knowledge of teaching. **Teachers and Teaching**, v. 25, n. 5, p. 523–535, 2019.

LUDERMIR, Teresa Bernarda. Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina: estado atual e tendências. **Estudos Avançados**, v. 35, n. 101, p. 85–94, 2021.

MACCANN, Carolyn; ROBERTS, Richard D. New paradigms for assessing emotional intelligence: theory and data. **Emotion (Washington, D.C.)**, v. 8, n. 4, p. 540–551, 2008.

MALDANER, Otavio Aloisio. **A formação continuada de professores: ensino-pesquisa na escola: professores de química produzem seu programa de ensino e se constituem pesquisadores de sua prática**. [S. l.]: [s.n.], 1997. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/118685>. Acesso em: 25 maio 2025.

MALDANER, Otavio Aloisio. A pesquisa como perspectiva de formação continuada do professor de química. **Química Nova**, v. 22, p. 289–292, 1999.

MARCELO, Carlos. A identidade docente: constantes e desafios. **Formação Docente – Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação de Professores**, v. 1, n. 1, p. 109–131, 2009.

MARIA, Cleide; MUÑOZ, Santos; NICACIO, Rosemary. Presencialidade virtual e educação humanizada: percepções dos mestrandos em tecnologias emergentes. *In: EDUCERE*, 2024. **Laboratório de Inovações Must University para o desenvolvimento da Formação Docente**. [S. l.: s. n.], 2024.

MASSAGLI, Silvia Carla Conceição; LOPES, Francisca Patrícia da Silva; SOUSA, Paulo Ricardo Cordeiro de. Aprendizagem socioemocional: espaço de reflexão e trocas de um projeto extencionista universitário para adolescentes na escola. **Expressa Extensão**, v. 26, n. 2, p. 367–376, 2021.

MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. **Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education**, v. 108, n. 6, p. 1017–1054, 2006.

MOKHTAR, Salimah; ALSHBOUL, Jawad A. Q.; SHAHIN, Ghassan O. A. Towards Data-driven Education with Learning AnalyTIC for Educator 4.0. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1339, n. 1, p. 012079, 2019.

MONTEIRO, Ana Maria Ferreira Da Costa. Professores: entre saberes e práticas. **Educação & Sociedade**, v. 22, n. 74, p. 121–142, 2001.

MONTENEGRO, Vanda Luiza dos Santos; FERNANDEZ, Carmen. Processo reflexivo e desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo numa intervenção formativa com professores de química. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, p. 251–275, 2015.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria Do Carmo. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 12, n. 1, p. 117–128, 2006.

MORAN, Jose. **Metodologias ativas de bolso: Como os alunos podem aprender de forma ativa, simplificada e profunda**. [S. l.]: Arco 43 Editora, 2021.

MORETTO, Vasco Pedro. **Construtivismo: A produção do conhecimento em aula**. 5. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2011.

MOUSINHO, Silvia Helena. A dimensão emocional no contexto educacional. **Revista Educação Pública**, v. 17, n. 20, 2017. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/17/20/a-dimensao-emocional-no-contexto-educacional>. Acesso em: 25 maio 2025.

NARCISO, Rodi *et al.* A Realidade aumentada na educação infantil: uma abordagem lúdica para o aprendizado inicial. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 3, p. 828–843, 2024a.

NARCISO, Rodi *et al.* Promovendo o letramento crítico através da tecnologia na educação. **Revista Ilustração**, v. 5, n. 4, p. 63–79, 2024b.

NARCISO, Rodi *et al.* Tecnologias de ensino híbrido: integrando ferramentas digitais nas salas de aula tradicionais. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 3, p. 149–163, 2024c.

NÉRICI, Imídeo G. **Introdução à Didática Geral**. Imídeo G. Nérici. São Paulo: Editora Atlas S. A., 1991.

PACHÊCO, Rosane Maria *et al.* Inovações na educação infantil: estudos de caso de tendências emergentes. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 6, p. e4436, 2024.

PARGA-LOZANO, Diana Lineth. **Conhecimento didático do conteúdo ambientalizado na formação inicial do professor de química na Colômbia**. 2019. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/190931>. Acesso em: 13 out. 2024.

PARGA-LOZANO, Diana Lineth Parga; DENARI, Gabriela Bueno; CAVALHEIRO, Gabriela Castro Silva. Conhecimento didático do conteúdo de professores de ciências da natureza e matemática: análise a partir dos desenhos curriculares. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 19, p. e2792, 2017.

PARGA-LOZANO, Diana Lineth Parga; PENAGOS, William Manuel Mora. Didáctica ambiental y conocimiento didáctico del contenido en Química. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, p. 777–792, 2016.

PARGA-LOZANO, Diana Lineth; PENAGOS, William Manuel Mora. El conocimiento didáctico del contenido en química: integración de las tramas de contenido histórico–epistemológicas con las tramas de contexto–aprendizaje. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, n. 24, 2008. Disponível em: <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/1083>. Acesso em: 25 maio 2025.

PARGA-LOZANO, Diana Lineth Parga; PENAGOS, William Manuel Mora. The PCK, a scenario of theoretical diversity: Concepts and unifying experiences on teaching contents in chemistry. **Educación química**, v. 25, n. 3, p. 332–342, 2014.

PASTORIZA, Bruno dos Santos. **Educação química em discurso, ou sobre um modo de olhar para a prática da educação química**. 2015. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Ciências Básicas da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde., Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/134871>. Acesso em: 25 maio 2025.

PASTORIZA, Bruno Dos Santos. Ensaio sobre intencionalidade pedagógica e tradição: um tensionamento como princípio educativo. **Acta Scientiarum. Education**, v. 44, p. e52706, 2021.

PASTORIZA, Bruno; DEL PINO, José Claudio Del. A Educação Química em discurso: uma análise a partir da revista Química Nova na Escola (1995-2014). **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 2, 2017a. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_2/13-CP-58-16.pdf. Acesso em: 25 maio 2025.

PASTORIZA, Bruno; DEL PINO, José Claudio. Breve ensaio sobre o tempo, o sujeito e os modos de olhar para a história: Foucault e Cortázar. **Perspectiva**, v. 35, n. 3, p. 803–816, 2017b.

PASTORIZA, Bruno; LOGUERCIO, Rochele; MAZZOTTI, Tarso. A delimitação do conceito de representações escolares aplicada à Educação em Ciências. **Acta Scientiae**, v. 16, n. 1, p. 153–163, 2014.

PAULA, Charlene Barbosa de; SANGIOGO, Fábio André; PASTORIZA, Bruno dos Santos. O Estágio Supervisionado e a (Trans)Formação do Conhecimento Didático do Conteúdo de Docentes de Química em Formação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. e51177-24, 2024.

PEREIRA, Nádia Salgado; MARQUES-PINTO, Alexandra. The Role of Participant Responsiveness on a Socio-Emotional Learning Program. **The Spanish Journal of Psychology**, v. 20, p. E2, 2017.

PERRENOUD, Philippe *et al.* **As Competências para Ensinar no Século XXI: A Formação dos Professores e o Desafio da Avaliação**. 1ª edição. Porto Alegre: Penso, 2002.

PERRENOUD, Philippe. **Construir as Competências Desde a Escola**. Porto Alegre, RS: Penso, 1999.

PIMENTA, Selma Garrido. Formação de professores: identidade e saberes da docência. **Saberes pedagógicos e atividade docente**, 1999. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001027122>. Acesso em: 29 maio 2025.

PIMENTA, Maria; SANTOS, Roger. Educação, jogos, gamificação: linguagem e humanização. **Tríade: Comunicação, Cultura e Mídia**, v. 9, p. 72–94, 2021.

POLICASTRO, Milena; RIBEIRO, Miguel. Uma caracterização do conhecimento especializado do professor de matemática da educação infantil e anos iniciais em tópicos de medida. **Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa**, v. 26, n. 1, p. 101–136, 2023.

PONTES, Nathalia Augusto Rodrigues. **Inteligência pessoal: em foco a produção científica direcionada à educação formal**. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação: Psicologia da Educação) - Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação: Psicologia da Educação - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/xmlui/handle/handle/23450>. Acesso em: 23 maio 2024.

RIBEIRO, Priscilla Ramos Lara; PIEDADE, João Manuel Nunes. Revisão sistemática de estudos sobre TPACK na formação de professores no Brasil e em Portugal. **Revista Educação em Questão**, v. 59, n. 59, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/educacaoemquestao/article/view/24458>. Acesso em: 25 maio 2025.

ROGERS, Carl R. **A Pessoa Como Centro**. São Paulo: EPU, 1988.

ROGERS, Carl R. **Tornar-se pessoa**. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

ROGERS, Carl. **Um Jeito de Ser**. São Paulo: EPU, 1986.

RUFINO, Matheus de Lima *et al.* A Coletividade do Conhecimento Didático do Conteúdo Químico no Contexto do Residência Pedagógica. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 9, n. 2, p. 357–375, 2023.

SALAVERA, Carlos; USÁN, Pablo; TERUEL, Pilar. The relationship of internalizing problems with emotional intelligence and social skills in secondary education students: gender differences. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 32, p. 4, 2019.

SALOVEY, Peter; MAYER, John D. Emotional Intelligence. **Imagination, Cognition and Personality**, v. 9, n. 3, p. 185–211, 1990.

SANTOS, Silvana Maria Aparecida Viana *et al.* Inteligência artificial na educação. **Revista Contemporânea**, v. 4, n. 1, p. 1850–1870, 2024a.

SANTOS, Silvana Maria Aparecida Viana *et al.* On the waves of emerging technologies: a look at multimedia in classrooms. **Contribuciones a las ciencias sociales**, v. 17, n. 2, p. e4986, 2024b.

SCHÖN, Donald A. **The Reflective Practitioner**. 0. ed. [S. l.]: Routledge, 2017. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781351883160>. Acesso em: 29 maio 2025.

SEIDEL, Shannon B. *et al.* Beyond the Biology: A Systematic Investigation of Noncontent Instructor Talk in an Introductory Biology Course. **CBE life sciences education**, v. 14, n. 4, p. ar43, 2015.

SELWYN, Neil. Dez sugestões para melhorar a investigação académica em educação e tecnologia. **Educação, Formação e Tecnologias**, v. 9, n. 2, p. 3–9, 2016.

SHARMA, Priya. Digital Revolution of Education 4.0. **International Journal of Engineering and Advanced Technology**, v. 9, n. 2, p. 3558–3564, 2019.

SHULMAN, Lee S. Conhecimento e ensino: fundamentos para a nova reforma. **Cadernos Cenpec | Nova série**, v. 4, n. 2, 2014. Disponível em: <http://cadernos.cenpec.org.br/cadernos/index.php/cadernos/article/view/293>. Acesso em: 25 maio 2025.

SHULMAN, Lee S. Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma. **Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado**, v. 9, n. 2, p. 0, 2005.

SHULMAN, Lee. Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. **Harvard Educational Review**, v. 57, n. 1, p. 1–23, 1987.

SHULMAN, Lee S. Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n. 2, p. 4, 1986.

SILVA, Fernanda Karolaine Dutra da *et al.* Estrutura da matéria: Uma análise a partir do conhecimento didático do conteúdo. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, n. 55, p. 894–897, 2024.

SILVA, Diego Salvador Muniz da *et al.* Metodologias ativas e tecnologias digitais na educação médica: novos desafios em tempos de pandemia. **Rev. bras. educ. méd**, p. e058–e058, 2022.

SIQUEIRA, Moisés Luiz Gomes *et al.* Transformação digital e educação 4.0: cultura digital na educação básica. **Pensar Acadêmico**, v. 19, n. 4, p. 1263–1274, 2021.

TAILLE, Yves de La; OLIVEIRA, Marta Kohl de; DANTAS, Heloysa. **Piaget, Vigotski, Wallon: Teorias psicogenéticas em discussão**. 28ª edição. [S. l.]: Summus Editorial, 2019.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. 5. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2002.

TARDIF, Maurice. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários. **Revista Brasileira de Educação**, p. 20, 2000.

VALENTE, José Armando. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**, n. spe4, p. 79–97, 2014.

VIAN JR., Orlando. Os multiletramentos e seu papel no conhecimento de professores de línguas: por uma perspectiva sistêmica e complexa. **DELTA: Documentação de Estudos em Lingüística Teórica e Aplicada**, v. 34, n. 1, p. 351–368, 2018.

VICARI, Rosa Maria. Influências das Tecnologias da Inteligência Artificial no ensino. **Estudos Avançados**, v. 35, p. 73–84, 2021.

ZABALZA, Miguel A. **O Ensino Universitário: Seu Cenário e Seus Protagonistas**. Porto Alegre: Artmed, 2021.

ZAKRZEWSKI, Jennifer L. Using iPads to Your Advantage. **MathemaTIC Teaching in the Middle School**, v. 21, n. 8, p. 480–483, 2016.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA

Título da pesquisa:

O desenvolvimento do CDC em professores de Química da Educação Básica e do Ensino Superior: competências emocionais e tecnologias digitais emergentes

Declaração de Consentimento Livre e Esclarecido

Ao prosseguir, você declara que foi informado(a) sobre os objetivos desta pesquisa e consente em participar voluntariamente. As informações coletadas serão utilizadas exclusivamente para fins acadêmicos, assegurando o sigilo e anonimato dos participantes.

- ☐ Concordo em participar da pesquisa.
- ☐ Não concordo em participar da pesquisa.

Participante: _____

Rede de ensino: ☐ Municipal ☐ Estadual ☐ Federal ☐ Particular

Nível de ensino: ☐ Educação Básica ☐ Ensino Superior

Tempo de experiência docente: _____

Data da entrevista: ____/____/____

Local (ou plataforma): _____

BLOCO 1 – Perfil e trajetória docente

1. Fale um pouco sobre sua trajetória como professor(a) de Química. O que motivou sua escolha pela docência?
2. Como você descreveria sua formação inicial e continuada até hoje?
3. Em quais níveis de ensino e tipos de instituição você já atuou?
4. Quais são, na sua opinião, os principais desafios enfrentados atualmente no ensino de Química?

BLOCO 2 – CDC

5. Como você costuma planejar suas aulas de Química? Quais fatores considera nesse processo?
6. Quais critérios você utiliza para selecionar os conteúdos e as abordagens metodológicas?

7. Quais estratégias você utiliza para lidar com as dificuldades conceituais dos alunos em Química?
8. Em sua prática, como você traduz conteúdos complexos em algo compreensível para os estudantes? Usa analogias, experimentos, simulações, outros?
9. Em sua opinião, que saberes são essenciais para ensinar bem Química? (Conteúdo, didática, conhecimento dos alunos, vivência?)
10. Como você percebe que sua experiência, o contexto escolar e o perfil dos alunos influenciam suas decisões pedagógicas?

BLOCO 3 – Competências emocionais na prática docente

11. Qual é o papel das emoções no processo de ensino-aprendizagem, na sua visão?
12. Em sua prática, como você lida com situações de desmotivação, ansiedade ou insegurança dos alunos?
13. Que estratégias utiliza para criar um ambiente emocionalmente seguro e fortalecer vínculos com os estudantes?
14. Como você administra suas próprias emoções no cotidiano escolar (estresse, entusiasmo, frustração, etc.)?
15. Você acredita que sua forma de ensinar é influenciada por suas emoções? De que maneira?

BLOCO 4 – Tecnologias digitais emergentes e IA

16. Quais tecnologias digitais você costuma utilizar em suas aulas de Química?
17. Você se sente confortável para integrar tecnologia ao ensino de Química? Pode dar exemplos?
18. Já utilizou recursos baseados em IA na sua prática docente? Se sim, quais foram e como funcionaram?
19. Como você decide qual tecnologia usar? Considera o conteúdo, a turma, o objetivo da aula?
20. De que maneira o uso da tecnologia impacta o engajamento dos alunos e sua forma de ensinar?
21. Como você avalia sua própria capacidade de articular conteúdo, didática e tecnologia no ensino da Química?

Encerramento

22. Há algo mais que você gostaria de compartilhar sobre sua experiência como professor(a) de Química, especialmente no que diz respeito às emoções, às tecnologias ou às decisões pedagógicas que toma em sala de aula?

APÊNDICE B – ARTIGO: O CONHECIMENTO DIDÁTICO DO CONTEÚDO:
ANÁLISE DAS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

**O conhecimento didático do conteúdo: análise das práticas pedagógicas no Ensino
de Ciências**

*The Didactic Knowledge of Content: Analysis of Pedagogical Practices in Science
Teaching*

*El Conocimiento Didáctico del Contenido: Análisis de las Prácticas Pedagógicas en
la Enseñanza de Ciencias*

Autor (nome em negrito, centralizado, Times New Roman 12) (e-mail)

Instituição, país (centralizado, Times New Roman 11)

Link do Orcid (em negrito, Times New Roman 11)

Resumo

O artigo apresenta uma revisão sistemática e integrativa sobre o CDC no Ensino de Ciências. Utilizando diretrizes PRISMA, foram analisados 63 estudos, abrangendo níveis fundamental, médio e superior, para entender como o CDC impacta práticas pedagógicas e formação docente. Os resultados apontam tendências, lacunas e a importância da integração de tecnologias e metodologias ativas. Este trabalho destaca a necessidade de uma formação docente robusta e contínua, adaptada às demandas sociais e culturais.

Palavras-chave: Conhecimento Didático do Conteúdo, Ensino de Ciências, Formação de Professores, Metodologias Ativas, Revisão Sistemática.

Abstract

This article presents a systematic and integrative review of Didactic Knowledge of Content (CDC) in science education. Using PRISMA guidelines, 63 studies spanning primary, secondary, and higher education levels were analyzed to understand the CDC's impact on pedagogical practices and teacher training. The findings reveal trends, gaps, and the importance of integrating technologies and active methodologies. This work underscores the need for robust and continuous teacher training tailored to social and cultural demands.

Keywords: Didactic Knowledge of Content, science education, teacher training, active methodologies, systematic review.

Resumen

Este artículo presenta una revisión sistemática e integradora sobre el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) en la enseñanza de las ciencias. Siguiendo las directrices PRISMA, se analizaron 63 estudios que abarcan los niveles de educación primaria, secundaria y superior para comprender el impacto del CDC en las prácticas pedagógicas y la formación docente. Los hallazgos revelan tendencias, brechas y la importancia de integrar tecnologías y metodologías activas. Este trabajo resalta la necesidad de una formación docente sólida y continua, adaptada a las demandas sociales y culturales.

Palabras clave: Conocimiento Didáctico del Contenido, enseñanza de las ciencias, formación docente, metodologías activas, revisión sistemática.

INTRODUÇÃO

O CDC surge como um elemento importante na formação e prática pedagógica de professores, especialmente em áreas como Ciências, Matemática, Física e Química. Esse conceito, derivado do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) proposto por Shulman (1986), diferencia-se ao enfatizar a transposição didática do conhecimento acadêmico, tornando-o acessível e significativo para os alunos. O CDC não se limita ao domínio de conteúdos disciplinares, mas integra estratégias pedagógicas adaptadas às realidades e desafios educacionais. Assim, ele desempenha um papel crucial na mediação entre o conhecimento científico e a prática pedagógica.

No cenário educacional atual, marcado por avanços tecnológicos e mudanças nas demandas sociais e culturais, compreender e aplicar o CDC torna-se cada vez mais relevante. Professores enfrentam desafios complexos, como integrar tecnologias digitais, adotar metodologias ativas e lidar com a diversidade sociocultural em sala de aula. Nesse contexto, um CDC bem estruturado é fundamental para superar tais desafios e promover uma aprendizagem significativa em diferentes níveis de ensino. No entanto, embora a literatura enfatize sua importância, ainda há lacunas na compreensão de como o CDC é aplicado na prática e como impacta a formação docente e as práticas pedagógicas no ensino de Ciências.

Embora o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) tenha recebido ampla atenção acadêmica, o CDC, como uma subcategoria mais específica, permanece menos explorado. Estudos existentes frequentemente abordam o CDC de maneira tangencial, sem uma análise aprofundada de suas aplicações práticas e implicações nos diferentes níveis de ensino. Assim, este trabalho busca preencher essa lacuna ao realizar uma análise

sistemática e integrativa da literatura, investigando como o CDC influencia a formação de professores e a transposição didática de conceitos científicos.

O objetivo deste artigo é analisar criticamente as evidências científicas disponíveis sobre o CDC no ensino de Ciências, com foco em sua aplicação prática nas práticas pedagógicas e na formação de professores. Para isso, realizamos uma revisão sistemática e integrativa da literatura, seguindo as diretrizes PRISMA, a fim de identificar tendências, lacunas e implicações futuras para a pesquisa e a prática educacional.

Este estudo pretende contribuir para o campo do ensino de Ciências ao fornecer uma síntese abrangente sobre o CDC, destacando sua importância na formação docente e na construção de estratégias pedagógicas eficazes. Ao identificar as lacunas e os avanços na pesquisa, esperamos fornecer subsídios para políticas educacionais e iniciativas de formação docente que respondam às demandas contemporâneas.

O artigo está organizado em cinco seções. A seção 2 detalha a metodologia adotada na revisão sistemática, descrevendo os critérios de seleção e as bases de dados utilizadas. A seção 3 apresenta os resultados encontrados, enquanto a seção 4 discute as implicações dos achados em relação à formação docente e ao ensino de Ciências. Por fim, a seção 5 traz as considerações finais, destacando as limitações do estudo e sugerindo direções para futuras pesquisas.

METODOLOGIA

Este estudo foi conduzido por meio de uma revisão sistemática e integrativa da literatura, com o objetivo de compreender as evidências científicas disponíveis sobre o CDC e sua aplicação no Ensino de Ciências. A abordagem metodológica seguiu as diretrizes PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-

Analyses), garantindo a transparência e a qualidade dos processos de coleta, triagem e análise dos dados.

A busca bibliográfica foi realizada entre agosto e outubro de 2024, abrangendo bases de dados acadêmicas amplamente reconhecidas, como Scopus, SAGE, ERIC, Web of Science e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Esses repositórios foram selecionados pela qualidade de suas publicações revisadas por pares e pela diversidade de perspectivas que oferecem sobre o tema.

Foram incluídas publicações em português, inglês ou espanhol, disponíveis em texto completo, que abordassem diretamente o Conhecimento Didático do Conteúdo no Ensino de Ciências. Foram considerados trabalhos originais, dissertações e teses.

Foram excluídos relatórios, artigos de opinião, revisões não sistemáticas e estudos que tratassem exclusivamente do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK), sem estabelecer uma relação explícita com o CDC. Essa distinção foi feita para garantir que apenas pesquisas focadas na especificidade do CDC fossem analisadas, evitando uma sobreposição excessiva com estudos centrados apenas em abordagens pedagógicas mais amplas.

Os critérios de elegibilidade também desconsideraram publicações que não apresentassem contribuições empíricas ou teóricas substanciais. Para definir essa exclusão, foram analisados o objetivo do estudo, os métodos empregados e os resultados apresentados. Trabalhos que se limitavam a revisões narrativas sem rigor metodológico, reflexões teóricas sem embasamento consistente na literatura ou descrições superficiais do CDC sem aprofundamento analítico foram excluídos. A seleção final considerou apenas estudos que apresentassem dados coletados e analisados sistematicamente ou que trouxessem uma discussão teórica fundamentada em literatura consolidada sobre o tema.

O processo de triagem foi estruturado em etapas. Primeiramente, os títulos e resumos dos estudos foram analisados para verificar sua relevância em relação ao tema. Em seguida, os textos selecionados foram lidos integralmente, garantindo sua aderência aos critérios definidos. Para organização e categorização dos dados, foram utilizadas ferramentas como a plataforma Rayyan e o Microsoft Excel, que facilitaram a gestão e a sistematização das informações.

A análise das bases de dados apresentou estudos relacionados ao CDC e sua aplicação no campo educacional, ao todo, foram encontrados 21 estudos, que após o refinamento inicial com a leitura dos títulos, resultaram em 16, sendo uma duplicata identificada e após a leitura final, foram selecionadas 15 pesquisas, sendo 8 dissertações (codificadas como D1 até D8) e 7 teses (codificadas como T1 até D9).

Após essa triagem inicial, realizou-se uma verificação de duplicidade para assegurar a particularidade de cada estudo incluído. Um dos estudos foi identificado como duplicata e, por isso, excluído, reduzindo o conjunto a 15 trabalhos. Em seguida, procedeu-se com uma leitura mais aprofundada das produções restantes, com foco nas seções de análise de dados e nas considerações finais. Nesse ponto, foram descartados os estudos que mencionavam o CDC apenas de forma tangencial ou sem uma discussão aprofundada sobre seu impacto na formação e prática docente. Esse refinamento levou à seleção final dos 15 estudos incluídos na análise.

A análise dos dados foi realizada com base na metodologia de análise de conteúdo de Bardin (2015). Inicialmente, foi conduzida uma leitura exploratória dos materiais, visando a familiarização com o conteúdo e a identificação de temas recorrentes. Posteriormente, os dados foram organizados em categorias que refletissem as principais abordagens relacionadas ao CDC. Essas categorias incluíram a contextualização e

aplicação prática do CDC, a integração de tecnologias e metodologias ativas, a formação inicial e continuada dos professores, e a contextualização sociocultural e interdisciplinaridade.

Com a aplicação desse rigor metodológico, o estudo buscou garantir uma análise crítica e abrangente das evidências disponíveis, contribuindo para a compreensão do impacto do CDC nas práticas pedagógicas e na formação de professores.

RESULTADOS

Uma busca inicial resultou na recuperação de um total de 3463 artigos e 21 dissertações e teses. Com relação aos artigos, ao realizar a triagem, 2.417 foram excluídos após uma análise dos títulos, visando focalizar a pesquisa em estudos mais relevantes. Em seguida, uma triagem mais criteriosa foi realizada, envolvendo a leitura dos resumos dos artigos restantes. Isso resultou na exclusão de 686 artigos que não atenderam aos critérios de elegibilidade definidos para a pesquisa.

Na fase de elegibilidade, os estudos que restaram foram submetidos a uma leitura integral para avaliar sua pertinência em relação ao tópico de pesquisa. Dessa análise, 318 estudos foram excluídos, entre dissertações, teses e artigos e, então, realizou-se uma verificação de duplicidade para assegurar a particularidade de cada estudo incluído. Um dos estudos foi identificado como duplicata e, por isso, excluído, reduzindo o conjunto a 15 dissertações e teses que se juntaram à seleção de artigos, totalizando 63 estudos que foram considerados adequados e relevantes para a revisão.

DISCUSSÃO

A revisão sistemática identificou 63 estudos como relevantes para a análise do CDC, incluindo 15 dissertações e teses, distribuídos entre os níveis fundamental, médio e superior. O CDC foi destacado em diversos contextos como uma ferramenta crucial para a transposição didática do conteúdo acadêmico em práticas pedagógicas adaptadas às realidades educacionais. Esses resultados reforçam a importância do CDC na formação de professores e no impacto positivo sobre a qualidade do Ensino de Ciências.

Estudos em inglês

Em relação à pesquisa sobre o *CDC*, encontraram-se apenas duas publicações em inglês (Crider, 2022; Michalsky, 2024). Isso indica uma escassez de estudos focados especificamente no CDC, especialmente quando comparado à vasta produção acadêmica sobre o PCK. Essa diferença de volume de publicações pode refletir um foco maior na integração do conteúdo científico com a pedagogia em modelos mais amplos, como o PCK, enquanto o CDC, que se foca mais na transposição do conteúdo para o ensino, permanece um campo de pesquisa menos explorado.

A título de ilustração, a tabela a seguir apresenta os resultados da pesquisa que na verdade tratava-se de estudos sobre PCK.

Tabela 2. Presença de PCK na pesquisa em língua inglesa

Descrição	Resultados
Período de tempo	2010:2020
Número de fontes (Revistas, Livros, etc.)	121

Total de documentos	274
Número médio de artigos em 10 anos	24,9
Percentual de documentos relacionados ao Ensino de Ciências em 10 anos	64,4%
Total de referências	3.133
Tipos de documentos	Artigo: 237, Trabalho de conferência: 27, Revisão: 7, Capítulo de livro: 2, Editorial: 1
Descritores	Keywords Plus (termos indexados automaticamente): 974, Palavras-chave do autor (termos definidos pelos pesquisadores): 734

O aspecto mais relevante nesta análise é a circulação e disseminação da produção acadêmica sobre o PCK. No entanto, é importante considerar que muitos estudos publicados em língua inglesa eram, na verdade, duplicações de pesquisas originalmente publicadas em espanhol.

No estudo de Michalsky (2024), o CDC é abordado dentro do conceito de Conhecimento Pedagógico do Conteúdo para o ensino de pensamento de ordem superior (HOT-PCK – Higher Order Thinking-PCK). O HOT-PCK refere-se à aplicação do PCK no contexto do desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo dos alunos, incentivando-os a analisar, avaliar e criar novos conhecimentos a partir do conteúdo ensinado.

A pesquisa analisou dois grupos de professores em formação inicial: um que recebeu suporte metacognitivo (grupo Meta) e outro que não recebeu esse suporte (grupo Controle). O objetivo era avaliar a capacidade dos participantes de compreender e projetar tarefas de ensino baseadas no HOT-PCK, além de desenvolverem autorregulação no próprio aprendizado (SRL – Self-Regulated Learning).

O CDC se manifesta nesse estudo ao analisar como os professores em formação desenvolvem habilidades para estruturar e ensinar conceitos complexos, tornando-os acessíveis aos alunos por meio de tarefas didáticas elaboradas com base no HOT-PCK. O desenvolvimento dessas habilidades exige que os professores não apenas dominem o conteúdo, mas saibam como estruturá-lo e organizá-lo didaticamente para promover o pensamento de ordem superior em seus alunos.

A pesquisa demonstrou que os suportes metacognitivos, especialmente o uso do modelo de autoquestionamento IMPROVE, proporcionaram uma melhoria significativa nas habilidades de compreensão e design de tarefas pelos professores em formação. O IMPROVE incentiva a reflexão ativa dos professores sobre como planejar, monitorar, revisar e avaliar suas estratégias pedagógicas. Assim, os participantes do grupo Meta, ao utilizarem o suporte metacognitivo, demonstraram maior capacidade de projetar atividades de ensino alinhadas ao HOT-PCK e ao CDC, em comparação ao grupo Controle.

Especificamente, a melhoria no design de tarefas no grupo Meta indica uma relação entre o desenvolvimento do CDC e a capacidade de projetar atividades pedagógicas eficazes. Como os professores precisaram compreender, organizar e representar o conteúdo de maneira acessível para seus alunos, o suporte metacognitivo possibilitou um aprimoramento na transposição didática, um aspecto essencial do CDC.

Portanto, o estudo sugere que o desenvolvimento do CDC, particularmente no contexto do HOT-PCK, pode ser significativamente aprimorado quando os professores têm a oportunidade de utilizar ferramentas metacognitivas explícitas. Essas ferramentas auxiliam tanto na compreensão quanto na elaboração de tarefas pedagógicas, promovendo uma prática docente mais reflexiva e voltada para o desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos.

O estudo de Crider (2022) investiga a transição de enfermeiros clínicos para o papel de educadores de enfermagem, com ênfase no desenvolvimento do CDC entre educadores novatos. A pesquisa destaca as dificuldades e desafios enfrentados por esses profissionais ao migrarem da prática clínica para o ensino, especialmente sem uma preparação pedagógica formal.

A transição de especialista clínico para educador é um processo desafiador porque muitos desses profissionais presumem que seu vasto conhecimento clínico seja suficiente para ensinar aos alunos, sem considerar que a prática do ensino exige habilidades distintas daquelas utilizadas na assistência. Nesse sentido, o estudo mostra que o CDC não é apenas o conhecimento do conteúdo, mas sim a capacidade de organizá-lo e representá-lo didaticamente de forma acessível aos alunos.

Os resultados indicam que a principal lacuna enfrentada pelos novos educadores de enfermagem não está no domínio do conteúdo clínico, mas na sua transposição para o ensino. Muitos enfrentam frustração e dificuldades justamente porque desconhecem estratégias pedagógicas que tornem o ensino mais eficaz. Isso acontece porque, ao contrário da prática clínica, onde o conhecimento pode ser aplicado diretamente, o ensino exige um processo reflexivo e estruturado para adaptar esse conhecimento ao nível dos estudantes.

A pesquisa sugere que esses desafios estão diretamente ligados à falta de Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK), que une o domínio do conteúdo acadêmico às estratégias necessárias para torná-lo compreensível e significativo para os alunos. Embora os educadores sejam especialistas na prática da enfermagem, a falta de preparação pedagógica pode dificultar sua atuação no ensino, resultando em um processo de aprendizagem conduzido por tentativa e erro, sem um direcionamento estruturado.

A revisão bibliográfica do estudo utilizou bases de dados como CINAHL, ERIC, Jstor e Ovid, abrangendo artigos sobre padrões acadêmicos, competências do educador de enfermagem e desafios da transição para a academia de enfermagem. A pesquisa aponta que muitos educadores novatos relatam uma sensação de despreparo e desorientação, pois sua experiência clínica, embora essencial, não é suficiente para garantir um ensino eficaz sem o devido suporte didático.

Dessa forma, o estudo reforça a importância de fornecer uma preparação pedagógica formal para que esses educadores possam integrar seu conhecimento clínico com práticas de ensino mais estruturadas. O desenvolvimento do CDC nesse contexto envolve não apenas saber o que ensinar, mas como ensinar de maneira significativa, garantindo que os estudantes compreendam, relacionem e apliquem os conceitos aprendidos à prática profissional. Essa integração entre conhecimento clínico e didático é essencial para minimizar a frustração dos educadores e promover uma aprendizagem mais eficaz e adaptada às necessidades dos alunos.

A pesquisa também discute como o conhecimento específico de enfermagem é um pré-requisito para o CDC mas enfatiza que, para ser eficaz no ensino, esse conhecimento precisa ser reorganizado, contextualizado e representado de maneira acessível aos alunos.

O CDC possibilita essa adaptação ao integrar estratégias pedagógicas específicas ao conteúdo técnico, favorecendo o aprendizado significativo.

No contexto da enfermagem, a transposição didática proporcionada pelo CDC envolve a identificação dos conceitos-chave que precisam ser ensinados e a compreensão de sua complexidade. Além disso, exige que o educador escolha estratégias pedagógicas adequadas, como estudos de caso, simulações clínicas, aprendizagem baseada em problemas e discussões reflexivas, de modo a facilitar a compreensão dos estudantes. Outro aspecto fundamental é a capacidade de relacionar teoria e prática, garantindo que os alunos consigam conectar os conteúdos acadêmicos ao seu futuro desempenho profissional. A adaptação do ensino ao perfil dos estudantes também se torna essencial, demandando o uso de exemplos, linguagem acessível e recursos didáticos que favoreçam a compreensão.

Dessa forma, o estudo argumenta que o CDC é o elemento que permite a transposição do conhecimento clínico para o ensino, garantindo que os futuros profissionais de enfermagem desenvolvam competências de forma eficaz. A pesquisa reforça que essa adaptação não ocorre de maneira intuitiva e que os educadores novatos precisam de formação pedagógica para aplicar estratégias de ensino que facilitem esse processo.

A conclusão do estudo sugere que a transição de enfermeiros clínicos para educadores de enfermagem exige um processo formativo que favoreça o desenvolvimento do CDC. Sem essa formação, os profissionais podem enfrentar dificuldades para estruturar e ensinar conteúdos de forma acessível e significativa para os alunos. O estudo destaca que a experiência clínica, por si só, não é suficiente para tornar um profissional

apto a ensinar, sendo necessário que o conhecimento técnico seja intencionalmente transposto para o ensino por meio de estratégias pedagógicas fundamentadas.

Ao enfatizar a importância do CDC nesse processo, a pesquisa argumenta que o ensino eficaz não é um resultado garantido, mas sim uma construção contínua, que depende da interação entre conhecimento pedagógico, experiência docente e reflexões sobre a prática educacional. Dessa forma, a formação pedagógica dos educadores de enfermagem deve ser compreendida não como um meio de assegurar resultados fixos, mas como um recurso essencial para potencializar a qualidade da aprendizagem e a adaptação dos conteúdos às necessidades dos alunos.

Estudos em espanhol

Foram analisados 21 estudos em língua espanhola sobre o CDC, com foco na formação de professores e nas metodologias de ensino em Ciências, Matemática e Química, abrangendo docentes de diferentes níveis de ensino. Esses estudos tiveram como objetivo compreender como o CDC contribui para a prática pedagógica, especialmente na formação de professores do ensino fundamental, médio e superior.

A diferença no tratamento entre os estudos analisados ao longo do texto decorre da abordagem metodológica adotada. Até aqui, a discussão se concentrou em três trabalhos específicos, selecionados por sua relevância no aprofundamento conceitual do CDC e por apresentarem evidências empíricas sobre a formação docente. Esses estudos foram discutidos em maior detalhe devido à sua contribuição central para o eixo teórico da pesquisa, servindo como base para as análises posteriores.

A partir desse ponto, os 21 estudos em espanhol são abordados de maneira mais ampla, pois representam um conjunto mais diversificado de investigações que, embora

relevantes, não necessariamente aprofundam o CDC com a mesma densidade teórica dos estudos iniciais. Em vez de uma análise individualizada, esses estudos são discutidos em conjunto para identificar padrões, tendências e variações no tratamento do CDC dentro do contexto hispânico. Essa estratégia permite uma síntese mais abrangente, garantindo que as principais contribuições desses estudos sejam integradas sem comprometer a coesão e fluidez do texto.

As publicações são distribuídas entre 1995 e 2025, com a maioria das publicações datadas de 2012, 2015 e 2019. Esses anos têm mais publicações, enquanto outros, como 2020, apresentam um aumento moderado.

Os estudos abordam de forma ampla a transição do conhecimento acadêmico para a prática, enfatizando a importância da reflexão crítica dos educadores sobre o conteúdo que ensinam e as abordagens pedagógicas que utilizam. Por exemplo, o estudo de Melo *et al.* (2022) investiga como o CDC pode ser validado por meio da aplicação de questionários, com foco na formação de professores em áreas específicas, como a densidade.

Outro ponto relevante é a ênfase na importância da formação contínua dos professores. Vários estudos destacam que a formação inicial não é suficiente por si só, sendo necessária uma contínua atualização pedagógica para que o CDC seja efetivamente integrado ao processo de ensino-aprendizagem. A conexão entre o conhecimento teórico e a prática pedagógica é frequentemente mencionada como um desafio significativo na formação de professores, refletindo a necessidade de um conhecimento mais profundo sobre como ensinar o conteúdo de maneira eficaz.

Embora o termo CDC seja frequentemente associado a aspectos pedagógicos mais amplos, como a Didática, ele possui características específicas que o diferenciam.

O CDC é um conceito originado do PCK, formulado por Shulman (1986), e refere-se à maneira como o conhecimento específico de um campo do saber é transformado em ensino acessível e compreensível para os alunos. Diferente da Didática, que engloba um conjunto de princípios e métodos aplicáveis ao ensino em geral, o CDC está diretamente relacionado à interseção entre o conhecimento do conteúdo e a forma como esse conteúdo é ensinado, ou seja, sua transposição didática e representação pedagógica.

O CDC é constituído por dimensões fundamentais que o diferenciam de abordagens pedagógicas mais gerais. Primeiramente, ele envolve a organização do conhecimento de forma didática, selecionando e estruturando os conteúdos de maneira que os alunos possam compreendê-los progressivamente. Em segundo lugar, inclui a representação pedagógica do conhecimento, utilizando metáforas, exemplos, analogias e recursos didáticos que facilitam a compreensão dos conceitos mais abstratos. Além disso, o CDC abrange a identificação e superação de dificuldades de aprendizagem, exigindo do professor um conhecimento aprofundado sobre quais são os erros comuns dos estudantes e quais estratégias podem ser usadas para corrigir essas dificuldades.

Outra distinção essencial do CDC em relação à Didática geral está na sua contextualização com as especificidades da disciplina ensinada. O CDC na Química, por exemplo, envolve estratégias para tornar os conceitos moleculares compreensíveis, enquanto na Matemática ele se relaciona a formas de ensinar raciocínio algébrico ou geométrico. Na enfermagem, como discutido nos estudos analisados, o CDC implica transformar o conhecimento clínico em ensino estruturado para preparar os estudantes para a prática profissional, articulando teoria e aplicação em cenários reais. Essa especificidade torna o CDC um elemento essencial na formação de professores, pois

exige não apenas domínio do conteúdo, mas também a capacidade de o ensinar de forma acessível, aplicável e significativa.

Portanto, ao contrário de uma abordagem didática genérica, o CDC se diferencia por ser um conhecimento especializado sobre como ensinar conteúdos específicos, integrando saberes disciplinares, pedagógicos e práticos. Sua importância reside no fato de que professores que possuem um CDC bem desenvolvido conseguem não apenas transmitir informações, mas promover uma aprendizagem mais profunda, ajustando suas abordagens conforme as necessidades dos alunos e as especificidades dos conteúdos trabalhados.

A análise dos estudos revela que o CDC é fundamental para a eficácia do ensino, pois implica a capacidade do educador não apenas de dominar o conteúdo, mas também de saber como transmiti-lo de forma acessível e significativa para os alunos. Os estudos indicam que o CDC envolve a adaptação do conteúdo de acordo com as necessidades dos alunos e o uso de estratégias pedagógicas que facilitem a compreensão.

Um exemplo dessa abordagem é a pesquisa de Vázquez-Alonso & Manassero-Mas (2023), que discute a formação inicial de professores de Ciências e propõe um modelo inovador para melhorar a qualidade do ensino e da aprendizagem. O estudo fundamenta-se em conceitos-chave derivados da didática das Ciências, incluindo alfabetização científica e tecnológica, competências-chave e a natureza da Ciência e da Tecnologia. No que diz respeito ao CDC, o modelo proposto enfatiza a necessidade de os professores não apenas compreenderem os conteúdos científicos, mas também desenvolverem estratégias para ensinar esses conteúdos de forma eficaz, considerando as concepções prévias dos alunos e os desafios comuns de aprendizagem.

A pesquisa também aponta que a formação docente deve integrar explicitamente o desenvolvimento do CDC, permitindo que os futuros professores adquiram habilidades para representar o conhecimento científico de diferentes maneiras e ajustá-lo ao nível cognitivo dos estudantes. Isso implica o uso de recursos didáticos diversificados, a criação de sequências didáticas estruturadas e a reflexão sobre as dificuldades mais frequentes dos alunos. Além disso, o modelo destaca a importância de desconstruir mitos pedagógicos que limitam a prática docente, como a ideia de que o ensino de Ciências deve ser voltado exclusivamente para a formação de cientistas, em detrimento de uma abordagem mais inclusiva e contextualizada para todos os estudantes.

O modelo proposto se organiza em quatro categorias fundamentais: conceitos e processos científicos, a natureza da ciência e da tecnologia, atitudes e valores relacionados à ciência, e o desenvolvimento das competências cognitivas, especialmente o pensamento crítico. Essas categorias têm o objetivo de proporcionar uma formação mais ampla e integrada para os futuros professores de ciências, permitindo-lhes não só transmitir conhecimentos, mas também fomentar habilidades de reflexão, argumentação e tomada de decisões, elementos essenciais no contexto educacional atual.

Além disso, a pesquisa destaca a importância de uma formação baseada em evidências e práticas pedagógicas centradas no aluno, propondo uma abordagem mais prática e voltada para a resolução de problemas, a partir de situações reais e do desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores. A aplicação desse modelo pode resultar em uma melhora significativa nas práticas pedagógicas, desafiando a reprodução de mitos tradicionais que limitam a inovação no Ensino de Ciências.

Para a implementação dessa abordagem, o estudo sugere que a formação inicial dos professores de ciências deve ser estruturada de forma a integrar esses conteúdos e

competências no currículo de maneira coordenada, favorecendo o desenvolvimento de um ensino que valorize a compreensão profunda dos conceitos, e que inclua o estudo da natureza da ciência e da tecnologia de forma reflexiva. Este modelo, portanto, propõe uma transição do ensino tradicional, baseado na memorização e no ensino de conceitos descontextualizados, para uma educação científica mais inclusiva e centrada nas necessidades do estudante.

A maioria dos estudos destaca a relação entre o CDC e a experiência prática dos professores, sugerindo que educadores com mais experiência têm uma compreensão mais profunda das dificuldades dos alunos e, conseqüentemente, conseguem planejar melhor as estratégias de ensino.

Muitos estudos também identificam a importância da formação continuada dos professores, pois ela permite a atualização e o aprimoramento do CDC, especialmente em áreas do conhecimento que estão em constante evolução. No entanto, a pesquisa também aponta que a falta de preparação pedagógica formal pode dificultar a aplicação do CDC por educadores recém-formados, que podem sentir dificuldades em transformar seu conhecimento em práticas de ensino eficazes.

No ensino básico, especialmente no ensino fundamental, os estudos se concentram principalmente na formação inicial dos professores e na aplicação do CDC para o ensino de Ciências e Matemática. O foco dessas pesquisas é entender como o conhecimento dos docentes é estruturado para ensinar conceitos científicos fundamentais de forma eficaz.

Os estudos analisados indicam que a estruturação do CDC no ensino fundamental ocorre a partir de três elementos principais: seleção e organização do conteúdo, representação pedagógica e estratégias de ensino adaptadas ao nível cognitivo dos alunos. Diferente do ensino médio e superior, onde o conhecimento pode ser abordado de forma

mais abstrata, no ensino fundamental o CDC exige que o professor faça uma transposição didática mais concreta, utilizando analogias, experimentação prática, recursos visuais e linguagem acessível para tornar os conceitos compreensíveis.

Um exemplo disso é a maneira como os professores ensinam conceitos de Ciências, como a estrutura da matéria. Estudos apontam que o CDC bem desenvolvido permite que o professor não apresente o conceito de maneira meramente informativa, mas o relacione a contextos do cotidiano dos alunos, utilizando experimentos simples, como a observação da dissolução do sal na água para ilustrar as interações entre moléculas. Esse tipo de abordagem evita o ensino mecânico e favorece a construção de significados pelos estudantes.

No caso da Matemática, o CDC se manifesta na representação pedagógica de conceitos abstratos, como frações e proporcionalidade. Professores com um CDC mais desenvolvido utilizam modelos concretos, como blocos manipuláveis, esquemas visuais e resolução de problemas contextualizados, permitindo que os alunos avancem do pensamento concreto para a abstração progressivamente. Essa abordagem é essencial porque muitos estudantes enfrentam dificuldades em Matemática justamente por não conseguirem visualizar e internalizar os conceitos, um problema que pode ser minimizado com uma transposição didática eficaz.

A literatura também destaca que, na formação inicial, muitos professores encontram dificuldades para estruturar o CDC, pois os cursos de licenciatura nem sempre abordam explicitamente como ensinar conteúdos específicos. Isso pode resultar em práticas pedagógicas pouco eficazes, como a reprodução de explicações teóricas sem estratégias que facilitem a aprendizagem. Dessa forma, os estudos sugerem que a formação docente precisa integrar momentos de reflexão e experimentação sobre a

transposição didática, permitindo que os futuros professores desenvolvam estratégias coerentes com os desafios do ensino fundamental.

No ensino médio, o CDC é mais frequentemente analisado em contextos que envolvem a formação e a aplicação de métodos de ensino específicos para disciplinas como Física, Química e Matemática. Esses estudos se concentram não apenas na formação dos professores, mas também na maneira como eles podem aplicar o CDC para aprimorar o ensino de conceitos mais complexos e específicos, típicos do currículo do ensino médio.

Por outro lado, os estudos no ensino superior apresentam uma maior diversidade no tratamento do CDC, dado o nível de profundidade e especialização exigido nas disciplinas científicas. Os estudos de Parga-Lozano e Moreno-Torres (2017) e Ruberto *et al.* (2012), por exemplo, analisam o CDC no ensino de Química Orgânica em nível universitário, investigando como o conhecimento especializado é integrado ao ensino de conteúdo avançado. O estudo de Vázquez-Alonso e Manassero-Mas (2023), sobre a formação de professores de Ciências, também se insere neste contexto de ensino superior, explorando como o CDC pode ser aplicado para integrar o conhecimento científico com práticas pedagógicas mais avançadas. Esses estudos revelam a complexidade do CDC na formação de professores universitários, que precisam lidar com conteúdo mais avançados e, muitas vezes, com a formação de novos pesquisadores.

Portanto, ao analisar os estudos de acordo com o nível de ensino, é possível perceber uma clara divisão entre os diferentes focos e abordagens. No ensino básico, o foco está mais voltado para a formação inicial dos professores e a aplicação prática do CDC nas primeiras etapas do Ensino de Ciências. No ensino médio, o foco é em metodologias mais estruturadas para o ensino de disciplinas específicas, enquanto no

ensino superior, a ênfase recai sobre a especialização do conhecimento e sua integração com as metodologias de ensino mais avançadas.

No campo da Química, a maior parte dos estudos concentra-se na formação de professores de ensino superior, com foco em conceitos mais avançados de Química Orgânica e sua aplicação didática. O estudo de Parga-Lozano e Moreno-Torres (2017), por exemplo, investiga o CDC aplicado ao ensino de Química Orgânica em nível universitário, analisando a forma como os professores abordam esse conteúdo específico nas aulas. Já na área de Física, os estudos se concentram em como o CDC pode ser aplicado para ensinar conceitos físicos no ensino básico e médio. No campo da Matemática, os estudos são predominantemente voltados para o ensino médio e superior.

É importante destacar que, apesar dos estudos selecionados serem em espanhol, há autores brasileiros contribuindo para essa produção, como no caso da pesquisa de Melo *et al.* (2022). O estudo analisou o CDC de futuros professores de Ciências, com foco no conceito de densidade, utilizando um questionário desenvolvido para avaliar cinco dimensões principais do CDC: conhecimento sobre o currículo, compreensão dos estudantes acerca da densidade, estratégias de ensino, avaliação e as emoções associadas ao ensino desse conteúdo.

A pesquisa, realizada com 210 estudantes de Educação Primária da Universidade de Extremadura, teve como objetivo validar e caracterizar o CDC dos docentes em formação. A estrutura do questionário permitiu identificar padrões na forma como os futuros professores concebem e organizam o ensino da densidade, bem como as dificuldades mais frequentes enfrentadas no processo de transposição didática desse conceito.

Os resultados indicaram que a maior parte dos professores em formação demonstrou um conhecimento satisfatório sobre o currículo e sobre a compreensão dos alunos, mas enfrentou dificuldades em relação às estratégias de ensino e avaliação da aprendizagem. Isso sugere que, embora os futuros docentes compreendam o conteúdo em um nível conceitual, eles não possuem repertório suficiente para transformá-lo em ensino eficaz, um aspecto central do CDC. Além disso, a pesquisa revelou que as emoções associadas ao ensino da densidade desempenham um papel importante na confiança pedagógica desses professores, evidenciando que o desenvolvimento do CDC não é apenas cognitivo, mas também emocional.

A confiabilidade do instrumento utilizado ($\alpha = 0,738$) reforça que a metodologia foi estatisticamente válida para medir o CDC nessa amostra. No entanto, os níveis moderados de correlação entre os itens indicam que o CDC não se manifesta de forma linear, mas sim como um conjunto de saberes interdependentes, em que lacunas em um aspecto (como estratégias de ensino) podem impactar diretamente outros (como avaliação e adaptação do conteúdo às dificuldades dos alunos).

Diante desses achados, a análise do estudo permite levantar algumas reflexões. Primeiramente, os resultados reforçam a necessidade de maior ênfase no desenvolvimento do CDC na formação inicial dos professores, garantindo que a transposição didática do conhecimento seja trabalhada de forma mais estruturada. Além disso, a influência das emoções no CDC sugere que os programas de formação docente devem integrar estratégias para fortalecer a confiança pedagógica dos futuros professores, ajudando-os a lidar com inseguranças sobre o ensino de conceitos científicos.

Além disso, os resultados indicaram que os futuros professores reconhecem a importância de entender a densidade para o ensino de outros conteúdos de ciências e

matemáticas, mas apresentam dificuldades em identificar as dificuldades conceituais e alternativas de entendimento que os estudantes podem ter sobre a densidade. A análise também revelou que as emoções dos professores desempenham um papel importante no processo de ensino, com emoções positivas como entusiasmo e curiosidade sendo mais prevalentes do que emoções negativas, como insegurança e preocupação.

Os resultados indicaram que os futuros professores reconhecem a importância da densidade para o ensino de outros conteúdos de Ciências e Matemática, mas apresentam dificuldades em identificar obstáculos conceituais e diferentes formas de compreensão que os alunos podem ter sobre esse conceito. Isso sugere que o CDC, nesse contexto, ainda não está plenamente desenvolvido entre os participantes, pois um de seus aspectos fundamentais é justamente a capacidade de antecipar dificuldades e reorganizar o ensino para superá-las. O fato de os professores em formação não conseguirem prever concepções alternativas dos alunos indica que seu CDC pode estar centrado mais no conhecimento do conteúdo do que na sua transposição didática e adaptação pedagógica.

Outro achado relevante é o papel das emoções no CDC. A pesquisa revelou que sentimentos positivos, como entusiasmo e curiosidade, são mais frequentes do que emoções negativas, como insegurança e preocupação. Isso sugere que, embora os futuros professores se sintam motivados e valorizem o ensino da densidade, essa motivação não necessariamente se traduz em um domínio estruturado das estratégias de ensino. Em outras palavras, o CDC não é apenas um conhecimento cognitivo, mas envolve também dimensões emocionais, que podem influenciar na forma como os professores se sentem preparados ou não para lidar com desafios pedagógicos.

A validação do questionário foi realizada por meio de uma análise fatorial, que resultou na definição de nove fatores explicando 59% da variação nas respostas. Mais do

que uma questão metodológica, essa validação permite identificar quais aspectos do CDC foram mais ou menos desenvolvidos pelos professores em formação. O fato de não haver diferenças significativas entre os estudantes de diferentes anos do curso indica que as disciplinas didáticas, isoladamente, não garantem um desenvolvimento progressivo do CDC. Isso reforça a necessidade de experiências práticas mais aprofundadas e oportunidades de reflexão sobre a prática docente, uma vez que o CDC não se desenvolve apenas por meio da exposição a conteúdos didáticos, mas exige experimentação e feedback contínuo.

Essa constatação aproxima o estudo de uma visão do CDC que não o trata como um conhecimento fixo e linear, mas sim como um processo contínuo de construção e refinamento, que precisa ser incentivado por meio de interações pedagógicas reais. Isso sugere que um modelo formativo mais eficaz para o desenvolvimento do CDC não pode depender apenas do ensino de conceitos didáticos, mas deve incluir oportunidades de experimentação e intervenção didática, permitindo que os futuros professores testem, adaptem e reconstruam suas estratégias de ensino à medida que lidam com os desafios reais da sala de aula.

Estudos Nacionais

Em termos de distribuição temporal, é interessante notar que os anos mais recentes, especialmente 2023, apresentam um aumento no número de publicações, indicando um avanço nas pesquisas e maior diversidade temática. Isso demonstra tanto a evolução das questões debatidas quanto a adaptação às demandas contemporâneas, como a inclusão social e o uso de tecnologias emergentes na educação.

A análise identificou que, entre os artigos avaliados, cinco contribuem para o ensino de química, dois são voltados para matemática, e um está relacionado à física. A maior parte dos artigos (17) não apresenta contribuições diretas para essas disciplinas específicas e foi classificada como "outros".

A Universidade Federal de Pelotas lidera em representatividade, sugerindo uma produção mais robusta ou significativa em termos de impacto acadêmico, o que pode indicar um ambiente de pesquisa consolidado. A Universidade Federal de Santa Catarina e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul aparecem com participações equilibradas e próximas, evidenciando sua relevância contínua na pesquisa e no desenvolvimento científico. Essas instituições demonstram consistência em suas contribuições, o que é um indicativo de investimento em pesquisa e ensino. Por outro lado, a Universidade Federal de Goiás e o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia apresentam proporções menores, mas não menos importantes.

A busca de teses e dissertações nacionais, foi realizada na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), designando um conjunto limitado de fontes bibliográficas em língua portuguesa de modo a capturar as especificidades locais do ensino no Brasil.

Os estudos D1 (Burgo, 2007) e D3 (Rocha, 2011) oferecem uma perspectiva complementar sobre o papel do CDC no ensino de conceitos matemáticos, explorando diferentes contextos e desafios que impactam a prática docente. Enquanto D1 concentra-se na educação infantil e no ensino do conceito de número sob a ótica da teoria piagetiana, D3 investiga como professores do Ensino Fundamental e Médio lidam com o ensino de problemas combinatórios.

Em D1, os professores enfrentam o desafio de aplicar o CDC de forma a tornar o conceito de número compreensível para crianças pequenas, empregando metodologias lúdicas que facilitem o aprendizado ativo e participativo, alinhado ao desenvolvimento cognitivo infantil. Já em D3, os professores de Matemática no Ensino Fundamental e Médio lidam com problemas mais específicos de combinatória, que demandam não apenas a compreensão do conteúdo em si, mas também a capacidade de diferenciar tipos de problemas combinatórios, como arranjos e combinações, e escolher estratégias didáticas adequadas para cada nível de complexidade.

D3 e D2 (TELES, 2010) abordam o CDC na formação e prática de professores, mas em contextos e áreas diferentes, revelando desafios semelhantes na preparação docente, especialmente em relação à aplicação prática de conhecimentos teóricos. D2 foca na formação inicial de professores de Ciências, enquanto D3 examina o ensino de problemas combinatórios por professores do Ensino Fundamental e Médio. Ambos os estudos ressaltam que, apesar da importância atribuída ao CDC, há uma lacuna na formação que impede os professores de aplicarem esse conhecimento de forma eficaz na prática de sala de aula.

Por outro lado, D3 examina professores de Matemática e suas estratégias para ensinar combinatória, um conteúdo específico e complexo. Embora esses professores já estejam em prática, o estudo revela que eles também enfrentam dificuldades para aplicar o CDC, especialmente em relação à diferenciação de tipos de problemas combinatórios e na escolha de estratégias de ensino adequadas. Assim como em D2, a formação recebida pelos professores de Matemática em D3 não proporcionou um conhecimento didático profundo e específico o suficiente para lidar com as particularidades da Combinatória,

refletindo uma formação que priorizou conteúdo, mas com pouca ênfase na didática específica.

Tanto D2 quanto D3 indicam que a formação inicial e continuada dos professores precisa de melhorias para integrar mais efetivamente o CDC ao currículo. Em D2, isso significa maior atenção ao desenvolvimento de habilidades pedagógicas específicas que capacitem os professores de Ciências a adaptarem e comunicar conteúdo com clareza. Em D3, implica a necessidade de formação em CDC especializada para a Matemática, que aborde conteúdos complexos como ensino de combinatória. Dessa forma, ambos os estudos mostram que o CDC é importante para o sucesso pedagógico, mas que sua aplicação depende de uma formação que vá além do conteúdo e integre metodologias didáticas adaptadas a diferentes áreas do conhecimento.

Em diálogo com os estudos D1, D2 e D3, D5 (SOUZA, 2013) contribui com uma dimensão inovadora sobre o CDC ao evidenciar que, além do conhecimento específico do conteúdo e das práticas pedagógicas, os professores também precisam de habilidades tecnológicas e de flexibilidade cognitiva. Diferente de D1, que foca na adaptação do conteúdo para crianças pequenas, e de D3, que investiga a aplicação de CDC em conceitos complexos como a Combinatória, D5 revela que, para abordar temas desafiadores e interdisciplinares (como puberdade e adolescência), é necessário que os docentes integrem saberes digitais e habilidades de mediação online. Essa perspectiva dialoga com D2 ao ressaltar a necessidade de uma formação inicial robusta e uma formação continuada que inclua não só o conteúdo disciplinar, mas também a competência para aplicar tecnologias no ensino de maneira eficaz.

A outra dissertação D6 (Moreno, 2014), explora os conhecimentos específicos para a docência em Geometria, mobilizados na formação inicial de acadêmicos do curso

de Pedagogia a distância da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), realizado em parceria com o Japão. Este estudo destaca o desenvolvimento do CDC dos professores em formação, focando nos componentes do conhecimento para a docência que inclui o conhecimento psicopedagógico, do conteúdo, didático do conteúdo e do contexto. O estudo adota uma abordagem qualitativa e utiliza a análise de conteúdo para interpretar dados de fóruns de discussão, relatórios de estágio e Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) dos acadêmicos. D6 revela que o CDC é particularmente evidente nos relatórios de estágio, onde o conhecimento didático do conteúdo se manifesta de maneira mais sólida. Nos fóruns, observa-se uma predominância do conhecimento de conteúdo, enquanto os TCCs evidenciam um foco no conhecimento psicopedagógico.

Diferente de D1, que examina o ensino do conceito de número para crianças, e de D3, que explora o ensino de problemas combinatórios, D6 aborda a Geometria, revelando desafios no desenvolvimento de uma didática específica para um conteúdo matemático amplamente negligenciado. Além disso, D6 reforça pontos apresentados em D2 e D5 sobre a importância de um CDC que integre habilidades pedagógicas e tecnológicas, especialmente relevante no ensino a distância.

Em relação as teses, têm-se em T1 (Lemos, 2011), a análise do desenvolvimento profissional de professores do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental em relação ao ensino de medidas de tendência central, como média, mediana e moda. Este estudo destaca que o desenvolvimento do CDC para esses conteúdos requer não apenas o conhecimento técnico das medidas, mas também a habilidade de as tornar significativas para alunos de faixa etária variada, através de estratégias didáticas contextualizadas. Em diálogo com D1, que investiga o ensino de conceitos básicos de Matemática para a Educação Infantil, T1 reforça a ideia de que o CDC precisa ser ajustado a cada etapa do desenvolvimento

escolar. Enquanto D1 foca no ensino de conceitos introdutórios de número, T1 destaca a complexidade crescente do CDC na abordagem de tópicos estatísticos para alunos em fase de alfabetização matemática.

Em T2 (Moraes, 2011), por sua vez, examina o ensino das temáticas físico-naturais na Geografia escolar, com ênfase na Educação Básica. O estudo sublinha a importância do CDC na integração de conhecimentos de diferentes disciplinas, especialmente ao abordar temas interdisciplinares como os fenômenos físicos e naturais. Em relação a D2, que foca na formação inicial de professores de Ciências, T2 reforça que o CDC não se limita ao domínio de conteúdos específicos, mas envolve a habilidade de contextualizar temas amplos e interdisciplinares, como os fenômenos geográficos e naturais, e adaptá-los para o público escolar. Esse paralelo entre T2 e D2 sugere que a formação inicial de professores deve incluir estratégias para ensinar conteúdos complexos e multidimensionais, que vão além de uma única área de conhecimento.

Já a pesquisa de D8 (Passos, 2016) foca nas necessidades formativas em Matemática de professoras dos anos iniciais, enfatizando a importância de responder a demandas específicas da sala de aula. Em consonância com T1, que discute o ensino de conceitos estatísticos para crianças, D8 mostra que a preparação dos professores precisa incluir adaptações do conteúdo de acordo com a faixa etária e o nível de entendimento dos alunos.

No campo das Ciências, D4 (Fabian, 2012) oferece uma análise sobre o desenvolvimento profissional de professores, destacando que o CDC é moldado pela experiência prática, algo alinhado com os achados de D2 e T2, que exploram a formação inicial de professores de Ciências e Geografia. Esse estudo reforça a ideia de que o CDC

é um conhecimento dinâmico, construído na interface entre teoria e prática, especialmente em áreas interdisciplinares.

A educação ambiental surge como foco central em T4 (Ariza, 2017) e T5 (Parga-Lozano, 2019), que discutem o "CDC ambientalizado" no Brasil e na Colômbia, respectivamente. Esses estudos demonstram que o CDC também precisa ser contextualizado para abordar temas ecológicos e sociais, contribuindo para a formação de uma consciência ambiental. Esse enfoque complementa a discussão apresentada em D5 e D6 sobre a integração de novas demandas sociais e tecnológicas no ensino, apontando que o CDC é um conhecimento em constante adaptação às mudanças culturais e científicas.

O ensino de inglês é analisado em T6, que traz a percepção dos professores de escolas públicas sobre o ensino de línguas em contextos socioeconômicos específicos, demonstrando que o CDC deve refletir não apenas o conteúdo, mas também as condições sociais dos alunos. Em diálogo com D9 (Paula, 2022), que discute o desenvolvimento do CDC na Licenciatura em Química, T6 reforça a importância de um CDC que considere o contexto do aluno como elemento essencial para a efetividade do ensino. D9, ao estudar a formação inicial de professores de Química, reafirma que o CDC deve ser sólido e específico, adaptando-se ao conteúdo e às realidades dos diferentes níveis de ensino. Este estudo complementa as discussões trazidas por T1, T2 e D2 sobre a formação inicial, ressaltando que a construção do CDC se inicia nos cursos de formação e evolui durante toda a carreira docente.

A análise de conteúdo aplicada aos estudos identificou categorias fundamentais para organizar e interpretar os temas emergentes em diferentes contextos educacionais. A categoria "Contextualização e Aplicação Prática do CDC" abrange os estudos que

investigam a adaptação e aplicação do CDC em variados contextos de ensino e para diferentes faixas etárias. Estudos como D1 e T1 destacam que o CDC é importante para tornar conceitos complexos mais acessíveis, adequando as abordagens pedagógicas ao desenvolvimento cognitivo dos estudantes. A análise indica que as práticas docentes se beneficiam de um CDC contextualizado e sensível às necessidades e idades dos alunos.

Outro aspecto fundamental é evidenciado na categoria "Desafios Específicos de Conteúdos Disciplinares", que enfatiza as dificuldades enfrentadas por professores ao ensinar conteúdos técnicos e específicos, como Combinatória e Geometria (vistos em D3, D7 (ASSIS, 2014) e D6). Esses estudos revelam que a aplicação eficaz do CDC exige uma formação que combine conhecimentos do conteúdo com habilidades pedagógicas específicas para traduzir esse conteúdo em práticas pedagógicas eficazes.

A "Integração de Tecnologias e Metodologias Ativas" representa uma categoria onde os estudos exploram a relevância da incorporação de recursos digitais e metodologias interativas. Estudos como D5 e D6 mostram que o CDC moderno deve incluir habilidades tecnológicas e de mediação digital, especialmente em contextos de ensino a distância e com alto uso de tecnologias interativas. Esta análise indica que o CDC se torna mais dinâmico e capaz de atender às demandas contemporâneas ao integrar essas metodologias.

A análise revela, também, a importância da "Formação Inicial e Continuada para o Desenvolvimento do CDC". Estudos como D2, D4 e D9 sugerem que o desenvolvimento do CDC deve começar na formação inicial e ser atualizado continuamente, para que os professores possam aprimorar suas práticas pedagógicas.

Por fim, a categoria "Contextualização Sociocultural e Interdisciplinaridade no CDC" considera como o CDC é adaptado para responder a questões culturais, sociais e

interdisciplinares. Estudos como T4 e T5, que abordam o "CDC ambientalizado", mostram que o CDC precisa integrar temas ambientais e sociais, promovendo uma consciência ecológica entre os alunos. Da mesma forma, T6 e T2 evidenciam a importância de adaptar o CDC de acordo com as realidades culturais e socioeconômicas dos estudantes, refletindo tanto o conteúdo quanto as condições dos alunos.

Os artigos analisados enfatizam a necessidade de adaptar os conteúdos didáticos para diferentes níveis de ensino e faixas etárias, especialmente em disciplinas como matemática, química e física. A análise da planilha revelou que temas como geometria e combinatória são abordados em trabalhos voltados para desafios específicos de conteúdo, indicando a dificuldade dos professores em ensinar tópicos complexos e detalhados. Por exemplo, o artigo de Sangiogo *et al.* (2011) destaca o papel da pesquisa como uma atividade curricular que contribui para o aprofundamento do conhecimento didático do conteúdo. Esse aspecto reforça a necessidade de materiais didáticos especializados e adaptados, para facilitar o ensino desses conteúdos técnicos.

A integração de ferramentas digitais e metodologias ativas foi um tema recorrente nos artigos da planilha, com destaque para aqueles relacionados ao uso de tecnologias educacionais. Por exemplo, Mascarenhas *et al.* (2020) exploram a aplicação de algoritmos de aprendizado de máquina no diagnóstico de problemas educacionais, demonstrando como a tecnologia pode enriquecer o processo de ensino-aprendizagem. Esses artigos mostram que habilidades tecnológicas são fundamentais para os professores promoverem um ensino mais dinâmico e relevante, alinhado às demandas contemporâneas.

Vários estudos abordam a importância da formação inicial e continuada para o fortalecimento do CDC. Por exemplo, o trabalho de Radtke (2019) discute como experiências práticas no ensino de geografia podem ser incorporadas na formação de

professores. A análise dos artigos evidencia que uma formação docente bem estruturada, com ênfase no conhecimento didático do conteúdo, contribui diretamente para práticas pedagógicas mais eficazes. A categoria também explora o papel da formação continuada na adaptação às novas demandas curriculares e ao uso de tecnologias, como destacado em trabalhos recentes.

A adaptação do CDC às realidades culturais e sociais dos alunos é uma preocupação explícita em diversos artigos da planilha. Estudos como o de Albuquerque (2023), que explora modelos didáticos tridimensionais, também contribuem para essa discussão ao trazer soluções pedagógicas que dialogam com diferentes contextos e realidades educacionais.

A relação entre experiências práticas e o CDC está no fato de que o CDC não se desenvolve apenas pela exposição a conteúdos teóricos sobre ensino, mas principalmente por meio da aplicação e experimentação de diferentes abordagens pedagógicas. O estudo evidencia que, ao vivenciar situações reais de ensino, os professores em formação conseguem testar estratégias de transposição didática, identificar dificuldades dos alunos e adaptar suas metodologias, aspectos fundamentais do CDC.

Além disso, as experiências práticas permitem que os futuros professores percebam a complexidade do ensino de Geografia, indo além da simples transmissão de conhecimento. Para ensinar conceitos espaciais, territoriais e cartográficos de maneira eficaz, os docentes precisam mobilizar diferentes dimensões do CDC, como o uso de representações visuais, a criação de conexões entre teoria e prática e a adaptação do ensino às dificuldades dos alunos. Assim, o estudo de Radtke (2019) sugere que o contato direto com a sala de aula e a reflexão sobre a prática são elementos essenciais para consolidar o CDC na formação docente.

A análise dos artigos evidencia que uma formação docente bem estruturada, com ênfase no CDC, contribui diretamente para práticas pedagógicas mais eficazes. Além disso, o estudo reforça que a formação continuada desempenha um papel fundamental na adaptação dos professores às novas demandas curriculares e ao uso de tecnologias, permitindo a atualização constante das estratégias didáticas e a ampliação do repertório pedagógico, elementos essenciais para a evolução do CDC ao longo da carreira docente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão sistemática e integrativa reforça a importância do CDC como um elemento essencial para a melhoria da qualidade do ensino de Ciências. Os estudos analisados indicam que o CDC desempenha um papel central na transposição didática de conceitos científicos, promovendo práticas pedagógicas mais eficazes e contextualizadas. No entanto, apesar do reconhecimento de sua relevância, ainda persistem lacunas significativas na literatura, especialmente no que diz respeito à sua aplicação prática nos diferentes níveis de ensino.

Entre as principais tendências identificadas, destaca-se a integração do CDC com tecnologias educacionais e metodologias ativas, ampliando o potencial de engajamento dos alunos e favorecendo uma aprendizagem significativa. Além disso, os achados evidenciam a necessidade de um maior aprofundamento na formação docente, tanto inicial quanto continuada, para que professores possam aprimorar suas práticas pedagógicas com base no CDC. No entanto, a escassez de estudos focados exclusivamente no CDC, em detrimento da ênfase predominante no Conhecimento

Pedagógico do Conteúdo (PCK), sugere que o conceito ainda carece de maior sistematização e exploração na literatura científica.

Do ponto de vista prático, os resultados deste estudo apontam para a necessidade de políticas educacionais que incentivem o desenvolvimento e a implementação do CDC na formação de professores. A criação de programas de formação docente que incorporem o CDC como um eixo estruturante pode contribuir para a melhoria das práticas pedagógicas, preparando os professores para lidar com os desafios da sala de aula contemporânea. Além disso, a produção de materiais didáticos que auxiliem na aplicação do CDC pode ser uma estratégia eficaz para apoiar professores na transposição de conteúdos científicos para diferentes realidades educacionais.

Diante dessas considerações, futuras pesquisas podem explorar estudos de caso detalhados sobre a implementação do CDC em diferentes contextos educacionais, analisando como ele influencia a prática docente e o desempenho dos alunos ao longo do tempo. Além disso, há uma demanda crescente por instrumentos padronizados que permitam avaliar a aplicação e a eficácia do CDC de forma sistemática. Estudos longitudinais também podem oferecer uma visão mais aprofundada sobre como o CDC se desenvolve ao longo da trajetória profissional dos professores.

Por fim, é fundamental reconhecer que a integração do CDC no ensino de Ciências ainda enfrenta desafios consideráveis, como a resistência institucional e a necessidade de um suporte contínuo para sua implementação eficaz. A cultura escolar, os recursos disponíveis e as condições de trabalho dos professores são fatores que podem impactar diretamente a adoção do CDC nas práticas pedagógicas. No entanto, superar esses desafios é essencial para garantir um ensino mais dinâmico, acessível e contextualizado,

contribuindo para uma educação científica mais significativa e alinhada às demandas contemporâneas.

Assim, este estudo reafirma a importância do CDC como uma ferramenta essencial para a inovação no ensino de Ciências, destacando a necessidade de novas abordagens que permitam sua aplicação de maneira mais estruturada e eficaz. Ao enfatizar o papel central do CDC na prática docente, esta revisão contribui para a compreensão das estratégias pedagógicas que podem transformar o ensino, promovendo uma educação mais inclusiva, engajadora e socialmente relevante.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Francisco Nataniel Batista de. Modelos didáticos concretos tridimensionais:. **Boletim Paulista de Geografia**, v. 1, n. 110, p. 164–188, 2023. Disponível em: <https://lens.org/022-829-667-370-222>.

ARIZA, Leidy Gabriela Ariza. **Formação do educador ambiental a partir do conhecimento didático do conteúdo: uma experiência no contexto EaD no Brasil**. 2017. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande, RS, 2017.

ASSIS, Adryanne Maria Rodrigues Barreto de. **Conhecimentos de combinatória e seu ensino em um processo de formação continuada: reflexões e prática de uma professora**. 2014. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/12550/1/DISSERTA%c3%87%c3%83>

[O%20Adryanne%20Maria%20Rodrigues%20Barreto%20de%20Assis.pdf](#). Acesso em: 13 out. 2024.

BURGO, Ozilia Geraldini. **O ensino e a aprendizagem do conceito de número na perspectiva piagetiana: uma análise da concepção de professores da educação infantil**. 2007. masterThesis - Universidade Estadual de Maringá, 2007. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/4474>. Acesso em: 3 out. 2024.

CRIDER, Carla. Pedagogical content knowledge for nurse educators: An intersection of disciplines. **Teaching and Learning in Nursing**, v. 17, n. 4, Reimagining the Future of Nursing Education, p. 449–454, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1557308722000014>. Acesso em: 17 nov. 2024.

FABIAN, Rosiane Giraldeli. **O Professor de Ciências e o Desenvolvimento Profissional: subsídios para compreensão do conhecimento prático – Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática**. 2012. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012. Disponível em: <https://pos.uel.br/pecem/teses-dissertacoes/o-professor-de-ciencias-e-o-desenvolvimento-profissional-subsidios-para-compreensao-do-conhecimento-pratico/>. Acesso em: 13 out. 2024.

LEMONS, Maria Patrícia Freitas de. O desenvolvimento profissional de professores do 1º ao 5º ano do ensino fundamental em um processo de formação para o ensino e a aprendizagem das medidas de tendência central. 2011. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/xmlui/handle/handle/10879>. Acesso em: 4 out. 2024.

MASCARENHAS, Tamara Aguiar Tavares *et al.* Aplicação de algoritmos de aprendizado de máquina na classificação de Conhecimentos Especializados de

Professores de Física. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. e86191110584-, 2020. Disponível em: <https://lens.org/018-395-074-505-742>.

MELO, Lina *et al.* Conocimiento Didáctico del Contenido con maestros en formación sobre la Densidad: Validación de un Cuestionario. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 27, n. 2, p. 257–270, 2022. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/2864>. Acesso em: 17 nov. 2024.

MICHALSKY, Tova. Metacognitive scaffolding for preservice teachers' self-regulated design of higher order thinking tasks. **Heliyon**, v. 10, n. 2, p. e24280, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024003116>. Acesso em: 17 nov. 2024.

MORAIS, Eliana Marta Barbosa de. **O ensino das temáticas físico-naturais na geografia escolar**. 2011. text - Universidade de São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-13062012-122111/>. Acesso em: 13 out. 2024.

MORENO, Heliete Martins Castilho. **A geometria no curso de Pedagogia a distância do acordo Brasil-Japão : conhecimentos para a docência mobilizados na formação inicial**. 2014. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Educação, Cuiabá, 2014. Disponível em: <http://ri.ufmt.br/handle/1/296>. Acesso em: 13 out. 2024.

PARGA-LOZANO, Diana Lineth; MORENO-TORRES, William Fernando. Conocimiento didáctico del contenido en química orgánica: Estudio de caso de un profesor universitario. **Revista Electrónica Educare**, v. 21, n. 3, p. 1–21, 2017. Disponível em: <https://lens.org/108-311-247-211-681>.

- PASSOS, Ederson de Oliveira. **Necessidades formativas em Matemática representadas nas vozes de um grupo de professoras dos anos iniciais da rede pública de ensino**. 2016. - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/14041>. Acesso em: 13 out. 2024.
- PAULA, Charlene Barbosa de. **A (trans)formação do conhecimento didático do conteúdo no contexto da formação inicial em um curso de Licenciatura em Química**. 2022. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2022. Disponível em: <http://guaiaca.ufpel.edu.br/xmlui/handle/prefix/8881>. Acesso em: 13 out. 2024.
- RADTKE, Domitila Theil. As contribuições do trabalho de campo para o ensino de geografia – o papel da formação de professores. **Para Onde!?**, v. 12, n. 2, p. 81–88, 2019. Disponível em: <https://lens.org/017-811-682-183-63X>.
- ROCHA, Cristiane de Arimatéa. **Formação Docente e o Ensino de Combinatória: diversos olhares, diferentes conhecimentos**. 2011. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.
- RUBERTO, Lucas *et al.* Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) en la enseñanza universitaria de Biotecnología. El caso de la velocidad específica de crecimiento microbiano (μ). **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 9, n. 3, p. 353–360, 2012. Disponível em: <https://lens.org/020-616-949-412-126>.
- SANGIOGO, Fábio André *et al.* A pesquisa educacional como atividade curricular na formação de licenciandos de química. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 17, n. 3, p. 523–540, 2011. Disponível em: <https://lens.org/021-759-156-990-422>.

SHULMAN, Lee S. Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, New York, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SOUZA, Rosangela Vieira De. **O processo de construção da FlexQuest por professores de ciências: análise de alguns saberes necessários**. 2013. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132015000400016&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 13 out. 2024.

TELES, Nayana Cristina Gomes. Pensando a formação docente a partir da escola: um estudo sobre a formação inicial de futuros professores de ciências. 2010. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/xmlui/handle/handle/15976>. Acesso em: 3 out. 2024.

VÁZQUEZ-ALONSO, Ángel; MANASSERO-MAS, María-Antonia. Hacia una formación inicial del profesorado de ciencias basada en la investigación. **Revista Española de Pedagogía**, v. 73, n. 261, 2023. Disponível em: <https://lens.org/000-089-982-085-086>.

APÊNDICE C – ARTIGO: O CONHECIMENTO DIDÁTICO DO CONTEÚDO:
PERSPECTIVAS E DESAFIOS PARA A FORMAÇÃO DOCENTE PEDAGOGICAL

**O CONHECIMENTO DIDÁTICO DO CONTEÚDO:
PERSPECTIVAS E DESAFIOS PARA A FORMAÇÃO DOCENTE
PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE: PERSPECTIVES AND
CHALLENGES FOR TEACHER TRAINING
EL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO:
PERSPECTIVAS Y DESAFÍOS PARA LA FORMACIÓN DOCENTE**

RESUMO

Este estudo realizou uma revisão sistemática para mapear e analisar as contribuições acadêmicas relacionadas ao Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) no contexto brasileiro entre 2007 e 2024. Utilizando a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e organizando os dados no software Rayyan, foram analisadas 15 produções acadêmicas. A pesquisa identificou categorias como contextualização prática do CDC, desafios disciplinares, integração de tecnologias, formação inicial e continuada, e interdisciplinaridade sociocultural. Os resultados destacam a relevância do CDC para a prática docente e a necessidade de formação contínua que integre metodologias ativas, tecnologias e adaptação ao contexto sociocultural. Conclui-se que o aprimoramento do CDC é essencial para práticas pedagógicas inclusivas.

Palavras-chave: Conhecimento Didático do Conteúdo; Formação docente; Tecnologias; Interdisciplinaridade; Educação.

ABSTRACT

This study carried out a systematic review to map and analyze academic contributions related to Didactic Content Knowledge (CDC) in the Brazilian context between 2007 and 2024. Using the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD) and organizing data in the software Rayyan, 15 academic works were analyzed. The research identified categories such as practical contextualization of CDC, disciplinary challenges, technology integration, initial and continuing teacher education, and sociocultural interdisciplinarity. The results emphasize the relevance of

CDC for teaching practice and the need for continuous training integrating active methodologies, technologies, and adaptation to sociocultural contexts. It concludes that improving CDC is essential for inclusive teaching practices.

Keywords: Pedagogical Content Knowledge; Teacher training; Technologies; Interdisciplinarity; Education.

RESUMEN

Este estudio realizó una revisión sistemática para mapear y analizar las contribuciones académicas relacionadas con el Conocimiento de Contenidos Didácticos (CDC) en el contexto brasileño entre 2007 y 2024. Utilizando la Biblioteca Digital Brasileña de Tesis y Disertaciones (BDTD) y organizando los datos en el software Rayyan, se analizaron 15 producciones académicas. La investigación identificó categorías como la contextualización práctica del CDC, los desafíos disciplinarios, la integración de tecnologías, la formación inicial y continua, y la interdisciplinariedad sociocultural. Los resultados destacan la relevancia del CDC para la práctica docente y la necesidad de una formación continua que integre metodologías activas, tecnologías y adaptación al contexto sociocultural. Se concluye que la mejora del CDC es esencial para prácticas pedagógicas inclusivas.

Palabras-clave: Conocimiento Didáctico del Contenido; Formación docente; Tecnologías; Interdisciplinariedad; Educación.

1. INTRODUÇÃO

O Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) tem sido reconhecido como um elemento fundamental para a prática docente, especialmente no contexto educacional brasileiro (Cabraia; Araújo; Biondo, 2022; Lozano; Denari; Cavaleiro, 2017; Rufino *et al.*, 2023), que enfrenta desafios estruturais e pedagógicos (Parga-Lozano; Moreno-Torres, 2017). No entanto, observa-se uma lacuna significativa na formação inicial e continuada dos professores em relação à integração do CDC às práticas pedagógicas, principalmente

quando se trata de adaptar o ensino às demandas de diferentes contextos, conteúdos complexos e realidades socioculturais.

Diante desse cenário, o objetivo deste estudo é mapear e analisar as contribuições acadêmicas relacionadas ao CDC presentes em teses e dissertações brasileiras publicadas entre 2007 e 2024, com foco em identificar como essas produções refletem nas práticas pedagógicas e na formação docente. Busca-se identificar as principais categorias temáticas e os desafios enfrentados pelos docentes na aplicação do CDC, além de propor reflexões sobre a importância de uma formação docente robusta que contemple o desenvolvimento contínuo desse conhecimento.

A justificativa para este estudo reside na importância de compreender como o CDC pode contribuir para o aprimoramento das práticas pedagógicas no Brasil, especialmente em um contexto de crescente diversidade cultural, inclusão social e integração de tecnologias digitais no ensino. Ao investigar as produções acadêmicas sobre o tema, pretende-se oferecer subsídios para o fortalecimento da formação docente e para o desenvolvimento de estratégias pedagógicas que atendam às necessidades atuais e futuras da educação escolar. Assim, espera-se que este trabalho contribua para a construção de um ensino mais inclusivo e alinhado às realidades dos alunos e às necessidades da sociedade contemporânea.

2. METODOLOGIA

Este estudo realizou uma revisão sistemática de teses e dissertações sobre o conhecimento didático do conteúdo (CDC), utilizando a Biblioteca Digital de Teses e

Dissertações (BDTD) da CAPES (disponível em <https://bdtd.ibict.br/vufind/>). A pesquisa seguiu a metodologia de revisão sistemática de literatura (RSL) conforme diretrizes do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) (PAGE et al., 2021), garantindo rigor metodológico e transparência na seleção e análise das produções científicas.

A busca foi realizada utilizando o descritor "conhecimento didático do conteúdo", sem a aplicação de operadores booleanos ou filtros, visando abranger um escopo amplo da produção acadêmica e explorar todas as bases de dados disponíveis na plataforma. O recorte temporal foi estabelecido entre 2007 e 2024, pois 2007 marca o primeiro trabalho online encontrado sobre o tema, e 2024 foi definido como o limite para garantir a atualização da revisão.

Para garantir a relevância e qualidade do corpus analisado, foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão:

- Critérios de inclusão: Teses e dissertações que discutem a formação inicial e continuada de professores com foco no CDC e estudos de acesso aberto e disponíveis integralmente.
- Critérios de exclusão: Estudos incompletos ou sem acesso ao texto integral e trabalhos que abordam exclusivamente o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK), sem foco no CDC.

A seleção do corpus foi realizada em três etapas:

1. Leitura dos títulos e resumos para identificar estudos alinhados ao tema.
2. Análise dos capítulos de discussão e conclusões para avaliar a relevância.
3. Organização e categorização das produções no software Rayyan (OUZZANI et al., 2016), ferramenta utilizada para gerenciar revisões sistemáticas.

Seguindo a técnica de Análise de Conteúdo de Bardin (2015), foi realizada uma leitura exploratória denominada “leitura flutuante”, permitindo um primeiro contato com os textos. Em seguida, os trabalhos foram classificados em quatro categorias temáticas que emergiram da análise:

1. Contextualização e Aplicação Prática do CDC – Examina como o CDC é adaptado a diferentes contextos de ensino, com foco em conteúdos desafiadores como Combinatória e Geometria.

2. Integração de Tecnologias e Metodologias Ativas – Destaca o uso de ferramentas digitais e metodologias inovadoras para aprimorar a aplicação do CDC.

3. Formação Inicial e Continuada para o Desenvolvimento do CDC – Analisa a relação entre formação docente e a consolidação do CDC.

4. Contextualização Sociocultural e Interdisciplinaridade no CDC – Explora a adaptação do CDC às realidades culturais e sociais dos estudantes.

Para reforçar a transparência do processo de seleção, a metodologia foi complementada com um fluxograma PRISMA, detalhando o número de trabalhos identificados, triados, excluídos e analisados. Dessa forma, esta revisão sistemática buscou mapear as contribuições acadêmicas sobre o conhecimento didático do conteúdo, evidenciando sua importância para a prática pedagógica e a formação de professores no Brasil.

3. RESULTADOS

A análise das bases de dados revelou uma variedade de estudos relacionados ao CDC e sua aplicação no campo educacional. Ao todo foram encontrados 21 estudos que, após refinamento inicial com a leitura dos títulos, resultaram em 16. Identificou-se uma duplicata e, após a leitura final, selecionaram-se 15 pesquisas apresentadas no Quadro 1.

Quadro 2. Pesquisas selecionadas sobre estudos relacionados ao CDC

ID	Ano	Tipo	Título	Universidade
D1	2007	Dissertação	O ensino e a aprendizagem do conceito de número na perspectiva piagetiana: uma análise da concepção de professores da educação infantil (Burgo, 2007).	Universidade Estadual de Maringá
D2	2010	Dissertação	Pensando a formação docente a partir da escola: um estudo sobre a formação inicial de futuros professores de ciências (Teles, 2010).	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
T1	2011	Tese	O desenvolvimento profissional de professores do 1º ao 5º ano do ensino fundamental em um processo de formação para o ensino e a aprendizagem das medidas de tendência central (Lemos, 2011).	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

T2	2011	Tese	O ensino das temáticas físico-naturais na geografia escolar (Morais, 2011).	Universidade de São Paulo
D3	2011	Dissertação	Formação docente e o ensino de problemas combinatórios: diversos olhares, diferentes conhecimentos (Rocha, 2011).	Universidade Federal de Pernambuco
D4	2012	Dissertação	O professor de ciências e o desenvolvimento profissional: subsídios para compreensão do conhecimento prático (Fabian, 2012)	Universidade Estadual de Londrina
T3	2013	Tese	Conhecimentos docentes dos alunos da licenciatura em geografia da Universidade Pedagógica-Maputo (Buque, 2013).	Universidade Federal de Goiás
D5	2013	Dissertação	O processo de construção da flexquest por professores de ciências : análise de alguns saberes necessários (Souza, 2013).	Universidade Estadual de Maringá
D6	2014	Dissertação	A geometria no curso de Pedagogia a distância do acordo Brasil-Japão : conhecimentos para a docência mobilizados na formação inicial (Moreno, 2014).	Universidade Federal de Mato Grosso
D7	2014	Dissertação	Conhecimentos de combinatória e seu ensino em um processo de formação continuada:	Universidade Federal de Pernambuco

			reflexões e prática de uma professora (Assis, 2014).	
D8	2016	Dissertação	Necessidades formativas em Matemática representadas nas vozes de um grupo de professoras dos anos iniciais da rede pública de ensino (Passos, 2016).	Universidade Federal de Uberlândia
T4	2017	Tese	Formação do educador ambiental a partir do conhecimento didático do conteúdo: uma experiência no contexto EaD no Brasil (Ariza, 2017).	Universidade Federal do Rio Grande
T5	2019	Tese	Conhecimento didático do conteúdo ambientalizado na formação inicial do professor de química na Colômbia (Parga-Lozano, 2019).	Universidade Estadual Paulista
T6	2019	Tese	O inglês e seu ensino na escola pública : os sentidos atribuídos pelos professores (Bernardo, 2019).	Universidade Federal de Sergipe
D9	2022	Dissertação	A (trans)formação do conhecimento didático do conteúdo no contexto da formação inicial em um curso de Licenciatura em Química (Paula, 2022).	Universidade Federal de Pelotas

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após essa triagem inicial, realizou-se uma verificação de duplicidade para assegurar a unicidade de cada estudo incluído. Um dos estudos foi identificado como duplicata e, por isso, excluído, reduzindo o conjunto a 15 trabalhos. Em seguida, procedeu-se com uma leitura mais aprofundada das produções restantes, com foco nas seções de análise de dados e nas considerações finais. Nesse ponto, foram descartados os estudos que mencionavam o CDC apenas de forma tangencial ou sem uma discussão aprofundada sobre seu impacto na formação e prática docente. Esse refinamento levou à seleção final dos 15 estudos incluídos na análise.

4. RESULTADOS

Os estudos D1 e D3 oferecem uma perspectiva complementar sobre o papel do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) no ensino de conceitos matemáticos, explorando diferentes contextos e desafios que impactam a prática docente. Enquanto D1 concentra-se na educação infantil e no ensino do conceito de número sob a ótica da teoria piagetiana, D3 investiga como professores do Ensino Fundamental e Médio lidam com o ensino de problemas combinatórios. Ambos destacam o CDC como um elemento essencial para transformar conteúdos complexos em experiências de aprendizado significativas e acessíveis, mas cada estudo aborda dificuldades particulares, mostrando como a aplicação do CDC varia conforme o conteúdo e o nível escolar.

Em D1, os professores enfrentam o desafio de aplicar o CDC de forma a tornar o conceito de número compreensível para crianças pequenas, empregando metodologias lúdicas que facilitem o aprendizado ativo e participativo, alinhado ao desenvolvimento cognitivo infantil. Já em D3, os professores de Matemática no Ensino Fundamental e Médio lidam

com problemas mais específicos de combinatória, que demandam não apenas a compreensão do conteúdo em si, mas também a capacidade de diferenciar tipos de problemas combinatórios, como arranjos e combinações, e escolher estratégias didáticas adequadas para cada nível de complexidade. A dificuldade observada em D3 é mais técnica, refletindo uma limitação na formação dos professores em relação ao conteúdo de combinatória e na habilidade de transmitir esses conceitos de forma clara e adaptada às diferentes idades dos alunos.

Ambos os estudos indicam que a prática docente se beneficia significativamente de um CDC bem estruturado, embora a forma de aplicação varie com o conteúdo e as etapas de ensino. Enquanto D1 mostra que o CDC aplicado de forma lúdica facilita a aprendizagem inicial de conceitos matemáticos básicos, D3 revela que, em níveis mais avançados, o CDC precisa ser mais profundo e específico para cobrir conteúdos técnicos, como a Combinatória. Dessa forma, D3 complementa as reflexões de D1, ressaltando que, embora o CDC seja essencial em todos os níveis de ensino, ele deve ser continuamente aprofundado e adaptado às complexidades e especificidades dos conteúdos à medida que os alunos progridem em sua educação matemática.

D3 e D2 abordam o Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) na formação e prática de professores, mas em contextos e áreas diferentes, revelando desafios semelhantes na preparação docente, especialmente em relação à aplicação prática de conhecimentos teóricos. D2 foca na formação inicial de professores de Ciências, enquanto D3 examina o ensino de problemas combinatórios por professores do Ensino Fundamental e Médio. Ambos os estudos ressaltam que, apesar da importância atribuída ao CDC, há uma lacuna

na formação que impede os professores de aplicarem esse conhecimento de forma eficaz na prática de sala de aula.

Em D2, observa-se que a formação inicial de professores de Ciências, embora aborde conteúdos disciplinares, frequentemente não prepara os futuros docentes para as exigências da educação básica. Isso se deve à falta de integração entre o conhecimento teórico e as habilidades práticas necessárias para ensinar Ciências. Muitos professores recém-formados enfrentam dificuldades para adaptar e transmitir o conteúdo de maneira acessível e significativa para os alunos. Esse distanciamento entre teoria e prática se reflete em um CDC limitado, que compromete a eficácia do ensino.

Por outro lado, D3 examina professores de Matemática e suas estratégias para ensinar combinatória, um conteúdo específico e complexo. Embora esses professores já estejam em prática, o estudo revela que eles também enfrentam dificuldades para aplicar o CDC, especialmente em relação à diferenciação de tipos de problemas combinatórios e na escolha de estratégias de ensino adequadas. Assim como em D2, a formação recebida pelos professores de Matemática em D3 não proporcionou um conhecimento didático profundo e específico o suficiente para lidar com as particularidades da Combinatória, refletindo uma formação que priorizou conteúdo, mas com pouca ênfase na didática específica.

Tanto D2 quanto D3 indicam que a formação inicial e continuada dos professores precisa de melhorias para integrar mais efetivamente o CDC ao currículo. Em D2, isso significa maior atenção ao desenvolvimento de habilidades pedagógicas específicas que capacitem os professores de Ciências a adaptarem e comunicar conteúdo com clareza. Em D3, implica a necessidade de formação em CDC especializada para a Matemática, que aborde

conteúdos complexos como ensino de combinatória. Dessa forma, ambos os estudos mostram que o CDC é importante para o sucesso pedagógico, mas que sua aplicação depende de uma formação que vá além do conteúdo e integre metodologias didáticas adaptadas a diferentes áreas do conhecimento.

Em diálogo com os estudos D1, D2 e D3, D5 contribui com uma dimensão inovadora sobre o CDC ao evidenciar que, além do conhecimento específico do conteúdo e das práticas pedagógicas, os professores também precisam de habilidades tecnológicas e de flexibilidade cognitiva. Diferente de D1, que foca na adaptação do conteúdo para crianças pequenas, e de D3, que investiga a aplicação de CDC em conceitos complexos como a Combinatória, D5 revela que, para abordar temas desafiadores e interdisciplinares (como puberdade e adolescência), é necessário que os docentes integrem saberes digitais e habilidades de mediação online. Essa perspectiva dialoga com D2 ao ressaltar a necessidade de uma formação inicial robusta e uma formação continuada que inclua não só o conteúdo disciplinar, mas também a competência para aplicar tecnologias no ensino de maneira eficaz.

A outra dissertação D6(Moreno, 2014), explora os conhecimentos específicos para a docência em Geometria, mobilizados na formação inicial de acadêmicos do curso de Pedagogia a distância da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), realizado em parceria com o Japão. Este estudo destaca o desenvolvimento do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) dos professores em formação, focando nos componentes do conhecimento para a docência que inclui o conhecimento psicopedagógico, do conteúdo, didático do conteúdo e do contexto. O estudo adota uma abordagem qualitativa e utiliza a análise de conteúdo para interpretar dados de fóruns de discussão, relatórios de estágio

e Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) dos acadêmicos. D6 revela que o CDC é particularmente evidente nos relatórios de estágio, onde o conhecimento didático do conteúdo se manifesta de maneira mais sólida. Nos fóruns, observa-se uma predominância do conhecimento de conteúdo, enquanto os TCCs evidenciam um foco no conhecimento psicopedagógico.

Diferente de D1, que examina o ensino do conceito de número para crianças, e de D3, que explora o ensino de problemas combinatórios, D6 aborda a Geometria, revelando desafios no desenvolvimento de uma didática específica para um conteúdo matemático amplamente negligenciado. Além disso, D6 reforça pontos apresentados em D2 e D5 sobre a importância de um CDC que integre habilidades pedagógicas e tecnológicas, especialmente relevante no ensino a distância. Como em D5, que discute a FlexQuest para a Educação em Ciências (Souza, 2013), D6 indica que o desenvolvimento de CDC em modalidades alternativas de ensino requer competências adicionais, como o manejo de plataformas digitais e a adaptação de conteúdo para alunos em contextos culturais distintos. Dessa forma, D6 contribui para uma visão ampliada do CDC, enfatizando que a formação inicial precisa ir além do conteúdo e incluir práticas que reflitam o ambiente educacional em que os futuros professores atuarão, seja ele presencial, a distância, ou culturalmente diversificado.

Em relação às teses, têm-se em T1, o estudo de Lemos (2011) que analisou o desenvolvimento profissional de professores do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental em relação ao ensino de medidas de tendência central, como média, mediana e moda. Este estudo destaca que o desenvolvimento do CDC para esses conteúdos requer não apenas o conhecimento técnico das medidas, mas também a habilidade de as tornar significativas

para alunos de faixa etária variada, através de estratégias didáticas contextualizadas. Em diálogo com D1, que investiga o ensino de conceitos básicos de Matemática para a Educação Infantil, T1 reforça a ideia de que o CDC precisa ser ajustado a cada etapa do desenvolvimento escolar. Enquanto D1 foca no ensino de conceitos introdutórios de número, T1 destaca a complexidade crescente do CDC na abordagem de tópicos estatísticos para alunos em fase de alfabetização matemática.

Em T2, por sua vez, examina o ensino das temáticas físico-naturais na Geografia escolar, com ênfase na Educação Básica. O estudo sublinha a importância do CDC na integração de conhecimentos de diferentes disciplinas, especialmente ao abordar temas interdisciplinares como os fenômenos físicos e naturais. Em relação a D2, que foca na formação inicial de professores de Ciências, T2 reforça que o CDC não se limita ao domínio de conteúdos específicos, mas envolve a habilidade de contextualizar temas amplos e interdisciplinares, como os fenômenos geográficos e naturais, e adaptá-los ao público escolar. Esse paralelo entre T2 e D2 sugere que a formação inicial de professores deve incluir estratégias para ensinar conteúdos complexos e multidimensionais, que vão além de uma única área de conhecimento.

Já a pesquisa de D8 (Passos, 2016) foca nas necessidades formativas em Matemática de professoras dos anos iniciais, enfatizando a importância de responder a demandas específicas da sala de aula. Em consonância com T1, que discute o ensino de conceitos estatísticos para crianças, D8 mostra que a preparação dos professores precisa incluir adaptações do conteúdo de acordo com a faixa etária e o nível de entendimento dos alunos.

No campo das Ciências, Fabian (2012) oferece uma análise sobre o desenvolvimento profissional de professores, ressaltando que o CDC é moldado pela experiência prática, algo alinhado com os achados de D2 e T2, que exploram a formação inicial de professores de Ciências e Geografia. Esse estudo reforça a ideia de que o CDC é um conhecimento dinâmico, construído na interface entre teoria e prática, especialmente em áreas interdisciplinares.

A educação ambiental surge como foco central em T4 e T5, que discutem o "CDC ambientalizado" no Brasil e na Colômbia, respectivamente. Esses estudos demonstram que o CDC também precisa ser contextualizado para abordar temas ecológicos e sociais, contribuindo para a formação de uma consciência ambiental. Esse enfoque complementa a discussão apresentada em D5 e D6 sobre a integração de novas demandas sociais e tecnológicas no ensino, apontando que o CDC é um conhecimento em constante adaptação às mudanças culturais e científicas.

O ensino de inglês é analisado em T6, que traz a percepção dos professores de escolas públicas sobre o ensino de línguas em contextos socioeconômicos específicos, demonstrando que o CDC deve refletir não apenas o conteúdo, mas também as condições sociais dos alunos. Em diálogo com D9, que discute o desenvolvimento do CDC na Licenciatura em Química, T6 reforça a importância de um CDC que considere o contexto do aluno como elemento essencial para a efetividade do ensino. D9, ao estudar a formação inicial de professores de Química, reafirma que o CDC deve ser sólido e específico, adaptando-se ao conteúdo e às realidades dos diferentes níveis de ensino. Este estudo complementa as discussões trazidas por T1, T2 e D2 sobre a formação inicial, ressaltando

que a construção do CDC se inicia nos cursos de formação e evolui durante toda a carreira docente.

5. DISCUSSÃO

A análise de conteúdo aplicada aos estudos identificou categorias fundamentais para organizar e interpretar os temas principais em diferentes contextos educacionais. O Quadro 2 apresenta a categorização dos estudos analisados com base no Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC).

Quadro 3. Categorização dos estudos analisados

Categoria	Códigos dos Textos
Contextualização e Aplicação Prática do CDC	D1, D3, D6, D7, D8, T1
Integração de Tecnologias e Metodologias Ativas	D5, D6
Formação Inicial e Continuada para o Desenvolvimento do CDC	D2, D3, D9, T1, T6
Contextualização Sociocultural e Interdisciplinaridade no CDC	D5, D6, T2, T4, T5, T6

Fonte: Elaborado pelos autores.

A categoria "Contextualização e Aplicação Prática do CDC" abrange os estudos que investigam a adaptação e aplicação do CDC em variados contextos de ensino e para diferentes faixas etárias. Estudos como D1 e T1 destacam que o CDC é importante para tornar conceitos complexos mais acessíveis, adequando as abordagens pedagógicas ao desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Essa categoria fundamenta-se na perspectiva de que o CDC não é um conhecimento estático, mas um construto dinâmico que se transforma conforme a interação entre professor, aluno e contexto de ensino. Os estudos analisados, como D1 e T1, indicam que a efetividade do ensino depende da capacidade do docente em articular conhecimentos específicos da disciplina com estratégias pedagógicas ajustadas às características cognitivas e socioculturais dos estudantes. Conforme aponta a literatura, um CDC bem estruturado não apenas traduz conceitos complexos em representações acessíveis, mas também orienta a escolha de exemplos, metáforas e atividades que favorecem a assimilação do conhecimento (Lozano; Denari; Cavaleiro, 2017; Melo *et al.*, 2022).

No contexto prático, a adequação do CDC ao nível de desenvolvimento dos alunos exige que o professor tenha um repertório flexível de estratégias didáticas que possibilitem conectar os conteúdos curriculares às experiências prévias dos estudantes. Outro ponto relevante na análise é que a contextualização do CDC não se limita a ajustes metodológicos, mas também envolve um processo reflexivo no qual os professores reinterpretem seus próprios conhecimentos para tornar o conteúdo mais acessível e engajador. Isso implica uma interação dialética entre o saber disciplinar e as necessidades da prática pedagógica, o que é central para a formação docente e para o aprimoramento contínuo das práticas educacionais (Rufino *et al.*, 2023).

Outro aspecto fundamental é evidenciado na categoria "Desafios Específicos de Conteúdos Disciplinares", que enfatiza as dificuldades enfrentadas por professores ao ensinar conteúdos técnicos e específicos, como Combinatória e Geometria (vistos em D3, D7 e D6). Nos estudos analisados (D3, D7 e D6), observa-se que o nível do CDC tratado está relacionado à estruturação e transposição do conhecimento matemático para a sala

de aula. Isso significa que os professores precisam reorganizar os conceitos de Combinatória e Geometria, muitas vezes abstratos e formalizados, para um formato que faça sentido no processo de ensino-aprendizagem. Esse nível do CDC implica a seleção de representações adequadas, a formulação de exemplos e contraexemplos, a escolha de abordagens metodológicas apropriadas e a antecipação de dificuldades comuns dos alunos.

Diante dos estudos analisados, defendo que o desenvolvimento do CDC dos professores é essencial para superar os desafios específicos do ensino de conteúdos disciplinares complexos. Um CDC bem estruturado permite que os docentes: Escolham representações didáticas adequadas para auxiliar na compreensão dos alunos; sequenciem os conteúdos de forma lógica, respeitando a construção gradual do conhecimento matemático; antecipem dificuldades e erros comuns, planejando intervenções didáticas que minimizem esses obstáculos e façam conexões entre diferentes conceitos matemáticos, promovendo um aprendizado mais integrado.

A "Integração de Tecnologias e Metodologias Ativas" representa uma categoria onde os estudos exploram a relevância da incorporação de recursos digitais e metodologias interativas. Estudos como D5 e D6 mostram que o CDC moderno deve incluir habilidades tecnológicas e de mediação digital, especialmente em contextos de ensino a distância e com alto uso de tecnologias interativas.

Os estudos analisados sugerem que a integração das tecnologias ao ensino exige um aprofundamento em níveis específicos do CDC, particularmente na seleção e adaptação de recursos digitais para a mediação pedagógica. Isso significa que o CDC não pode ser entendido apenas como um conjunto de conhecimentos sobre o conteúdo e sua

transposição didática, mas deve também abranger habilidades tecnológicas que permitam ao professor transformar os processos tradicionais de ensino por meio de metodologias inovadoras.

A análise revela, também, a importância da "Formação Inicial e Continuada para o Desenvolvimento do CDC". Estudos como de Teles (2010), Fabian (2012) e Paula (2022) sugerem que o desenvolvimento do CDC deve começar na formação inicial e ser atualizado continuamente, para que os professores possam aprimorar suas práticas pedagógicas. A formação inicial fornece a base do CDC, mas a continuidade desse processo é essencial para ajustar e aprimorar as práticas docentes ao longo da carreira.

Em D5, a análise revela que a adoção de metodologias ativas mediadas por tecnologia exige que o professor reorganize a apresentação do conteúdo, promovendo maior interação e autonomia dos alunos. Em D6, o estudo aponta que a integração de plataformas digitais no ensino influencia diretamente a estruturação do CDC, pois modifica a forma como os conteúdos são apresentados, explorados e avaliados. Dessa forma, a organização desses estudos dentro da mesma categoria se justifica, pois todos discutem como a relação entre CDC e tecnologia pode potencializar ou dificultar o ensino, dependendo da formação e do domínio do professor sobre essas ferramentas.

A partir da análise dos estudos, defendo que a integração de tecnologias ao CDC não pode ser vista como um elemento periférico, mas como um componente essencial do conhecimento didático na contemporaneidade. A capacidade do professor de utilizar recursos digitais de maneira eficaz não deve ser tratada como uma habilidade isolada, mas como parte da sua competência didático-pedagógica.

Por fim, a categoria "Contextualização Sociocultural e Interdisciplinaridade no CDC" considera como o CDC é adaptado para responder a questões culturais, sociais e interdisciplinares. Estudos como T4 e T5, que abordam o "CDC ambientalizado", mostram que o CDC precisa integrar temas ambientais e sociais, promovendo uma consciência ecológica entre os alunos. Da mesma forma, T6 e T2 evidenciam a importância de adaptar o CDC de acordo com as realidades culturais e socioeconômicas dos estudantes, refletindo tanto o conteúdo quanto as condições dos alunos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo reafirma a importância do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) como um componente essencial para práticas pedagógicas eficazes e contextualizadas. As categorias identificadas, como contextualização prática, desafios disciplinares, integração de tecnologias e formação docente, evidenciam a multiplicidade de dimensões que o CDC abrange e a necessidade de uma formação inicial e continuada que atenda a essas complexidades.

Outro ponto importante foi a relevância das tecnologias digitais e das metodologias ativas para o aprimoramento do CDC. Esses recursos aprimoram o CDC ao possibilitarem maior engajamento dos alunos, diversificação das estratégias pedagógicas e personalização do ensino, permitindo aos docentes adaptar suas abordagens às necessidades específicas de cada turma. A introdução de metodologias ativas, como aprendizagem baseada em projetos e ensino híbrido, modifica a dinâmica da sala de aula, posicionando o aluno um agente ativo do próprio aprendizado. As pesquisas analisadas destacam que o uso de tecnologias digitais favorece a visualização de conceitos abstratos, amplia as

possibilidades de interação e colaboração entre os alunos e promove um ensino mais dinâmico e interativo, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa e alinhada às demandas contemporâneas da educação.

Conclui-se que o desenvolvimento contínuo do CDC é fundamental para elevar a qualidade da educação, permitindo que os professores alinhem suas práticas às necessidades específicas de cada contexto. Este trabalho sugere que a formação inicial de professores deve incorporar elementos didáticos, tais como tecnologias educacionais e estratégias de ensino voltadas para a diversidade cultural. Além disso, a formação continuada deve ser estruturada para responder às mudanças e desafios emergentes, fortalecendo a capacidade docente de transformar conteúdos complexos em experiências de aprendizado acessíveis e significativas.

Finalmente, recomenda-se a ampliação das pesquisas sobre o CDC, com ênfase em sua aplicação prática em diferentes níveis de ensino e disciplinas, explorando também os impactos de novas tecnologias e abordagens pedagógicas. Investir no aprimoramento do CDC é essencial para construir uma educação mais inclusiva, dinâmica e efetiva, que contribua para o desenvolvimento integral dos alunos e para o avanço da sociedade como um todo.

7. REFERÊNCIAS

ARIZA, Leidy Gabriela Ariza. **Formação do educador ambiental a partir do conhecimento didático do conteúdo: uma experiência no contexto EaD no Brasil.**

2017. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande, RS, 2017.

ASSIS, Adryanne Maria Rodrigues Barreto de. **Conhecimentos de combinatória e seu ensino em um processo de formação continuada: reflexões e prática de uma professora.** 2014. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/12550/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O%20Adryanne%20Maria%20Rodrigues%20Barreto%20de%20Assis.pdf>. Acesso em: 13 out. 2024.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo.** Lisboa: Edições 70, 2015.

BERNARDO, Aline Cajé. **O inglês e seu ensino na escola pública: os sentidos atribuídos pelos professores.** 2019. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2019. Disponível em: <https://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/11387>. Acesso em: 13 out. 2024.

BUQUE, Suzete Lourenço. **Conhecimentos docentes dos alunos da licenciatura em geografia da Universidade Pedagógica-Maputo.** 2013. - Universidade Federal de Goiás – UFG, Goiânia, 2013. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/3167>. Acesso em: 13 out. 2024.

BURGO, Ozilia Geraldini. **O ensino e a aprendizagem do conceito de número na perspectiva piagetiana: uma análise da concepção de professores da educação infantil.** 2007. masterThesis - Universidade Estadual de Maringá, [s. l.], 2007. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/4474>. Acesso em: 3 out. 2024.

CAMBRAIA, Adão Caron; ARAÚJO, Maria Cristina Pansera de; BIONDO, Uianes Luiz Rockenbach. Conhecimento Didático do Conteúdo na Formação de Professores de Computação. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, [s. l.], v. 30, p. 449–470, 2022. Disponível em: <https://journals-sol.sbc.org.br/index.php/rbie/article/view/2525>. Acesso em: 13 out. 2024.

FABIAN, Rosiane Giraldeli. **O Professor de Ciências e o Desenvolvimento Profissional: subsídios para compreensão do conhecimento prático – Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática.** 2012. Dissertação

(Mestrado) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012. Disponível em: <https://pos.uel.br/pecem/teses-dissertacoes/o-professor-de-ciencias-e-o-desenvolvimento-profissional-subsidios-para-compreensao-do-conhecimento-pratico/>. Acesso em: 13 out. 2024.

LEMOS, Maria Patrícia Freitas de. O desenvolvimento profissional de professores do 1º ao 5º ano do ensino fundamental em um processo de formação para o ensino e a aprendizagem das medidas de tendência central. [s. l.], 2011. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/xmlui/handle/handle/10879>. Acesso em: 4 out. 2024.

LOZANO, Diana Lineth Parga; DENARI, Gabriela Bueno; CAVALHEIRO, Gabriela Castro Silva. Conhecimento didático do conteúdo de professores de ciências da natureza e matemática: análise a partir dos desenhos curriculares. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, [s. l.], v. 19, p. e2792, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/GWDc8SDBWPYdCPHxqLRNYtf/?lang=pt>. Acesso em: 13 out. 2024.

MELO, Lina *et al.* Conocimiento Didáctico del Contenido con maestros en formación sobre la Densidad: Validación de un Cuestionario. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 27, n. 2, p. 257–270, 2022. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/2864>. Acesso em: 17 nov. 2024.

MORAIS, Eliana Marta Barbosa de. **O ensino das temáticas físico-naturais na geografia escolar**. 2011. text - Universidade de São Paulo, [s. l.], 2011. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-13062012-122111/>. Acesso em: 13 out. 2024.

MORENO, Heliete Martins Castilho. **A geometria no curso de Pedagogia a distância do acordo Brasil-Japão : conhecimentos para a docência mobilizados na formação inicial**. 2014. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Educação, Cuiabá, 2014. Disponível em: <http://ri.ufmt.br/handle/1/296>. Acesso em: 13 out. 2024.

PARGA-LOZANO, Diana Lineth. **Conhecimento didático do conteúdo ambientalizado na formação inicial do professor de química na Colômbia**. 2019. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/190931>. Acesso em: 13 out. 2024.

PARGA-LOZANO, Diana Lineth; MORENO-TORRES, William Fernando. Conocimiento didáctico del contenido en química orgánica: Estudio de caso de un profesor universitario. **Revista Electrónica Educare**, [s. l.], v. 21, n. 3, p. 1–21, 2017. Disponível em: <https://lens.org/108-311-247-211-681>.

PASSOS, Ederson de Oliveira. **Necessidades formativas em Matemática representadas nas vozes de um grupo de professoras dos anos iniciais da rede pública de ensino**. 2016. - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/14041>. Acesso em: 13 out. 2024.

PAULA, Charlene Barbosa de. **A (trans)formação do conhecimento didático do conteúdo no contexto da formação inicial em um curso de Licenciatura em Química**. 2022. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2022. Disponível em: <http://guaiaca.ufpel.edu.br/xmlui/handle/prefix/8881>. Acesso em: 13 out. 2024.

ROCHA, Cristiane de Arimatéa. **Formação Docente e o Ensino de Combinatória: diversos olhares, diferentes conhecimentos**. 2011. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

RUFINO, Matheus de Lima *et al.* A Coletividade do Conhecimento Didático do Conteúdo Químico no Contexto do Residência Pedagógica. **Revista Debates em Ensino de Química**, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 357–375, 2023. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/5199>. Acesso em: 13 out. 2024.

SOUZA, Rosangela Vieira De. **O processo de construção da FlexQuest por professores de ciências: análise de alguns saberes necessários**. 2013. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132015000400016&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 13 out. 2024.

TELES, Nayana Cristina Gomes. Pensando a formação docente a partir da escola: um estudo sobre a formação inicial de futuros professores de ciências. [s. l.], 2010. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/xmlui/handle/handle/15976>. Acesso em: 3 out. 2024.