UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA — UNEB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE — PPGEduC

GERMÁN TORRIJOS CADENA

GEOTECNOLOGIAS NO ENSINO DA ENGENHARIA TOPOGRÁFICA DA UNIVERSIDADE DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS:
um estudo de caso

Salvador
2025

GERMÁN TORRIJOS CADENA

GEOTECNOLOGIAS NO ENSINO DA ENGENHARIA TOPOGRÁFICA DA UNIVERSIDADE DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS:

um estudo de caso

Tese apresenta ao Programa de Pós-Graduação em Educação e Contemporaneidade (PPGEduC), da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), vinculado ao Departamento de Educação (DEDC) — *Campus* I, como pré-requisito para o exame de defesa do doutorado.

Linha de Pesquisa: Educação, Currículo e Processos Tecnológicos

Orientadora: Profa. Dra. Tânia Maria Hetkowski

Salvador

2025

CATALOGRÁFICA
Biblioteca Professor **Edivaldo Machado Boaventura** - **UNEB – Campus I**

T695g Torrijos Cadena, Germán
Geotecnologias no ensino da engenharia topográfica da Universidade Distrital Francisco José Caldas: um estudo de caso / Germán Torrijos Cadena. – Uneb: Salvador, 2025.
190f.: il.

Inclui referências

Orientadora: Profª Drª Tânia Maria Hetkowski
Tese (Doutorado) – Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Educação e Contemporaneidade – PPGEDUC, Campus I. 2025.

1.Engenharia – Estudo e ensino 2.Engenharia Geotécnica - Brasil. 3.Ensino superior Brasil 4.Métodos de estudo de casos - Brasil. I. Tânia Maria Hetkowski. II. Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Educação. Campus I. III. Título

CDD: 620.007

FOLHA DE APROVAÇÃO

GEOTECNOLOGÍAS NO ENSINO DA ENGENHARIA TOPOGRÁFICA DA UNIVERSIDADE DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS: UM ESTUDO DE CASO

GERMAN TORRIJOS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação e Contemporaneidade – PPGEduC, em 19 de novembro de 2025, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Educação e Contemporaneidade pela Universidade do Estado da Bahia, conforme avaliação da Banca Examinadora:

Profa. Dra. Tânia Maria Hetkowski
Universidade do Estado da Bahia - UNEB
Doutorado em Educação
Universidade Federal da Bahia, UFBA, Brasil

Prof. Dr. Edier Hernán Bustos Velazco
Universidad Distrital Francisco José de Caldas - UDFJC
Doutorado em Educação
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, UDFJC, Colômbia

Prof. Dr. Inaiá Brandão Pereira
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IFBAIANO
Doutorado em Educação e Contemporaneidade
Universidade do Estado da Bahia, UNEB, Brasil

Profa. Dra. Rosângela Patrícia de Sousa Moreira
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA
Doutorado em Educação e Contemporaneidade
Universidade do Estado da Bahia, UNEB, Brasil

Profa. Dra. Carla Liane Nascimento dos Santos
Universidade do Estado da Bahia - UNEB
Doutorado em Ciências Sociais
Universidade Federal da Bahia, UFBA, Brasil

Prof. Dr. Natanael Reis Bomfim
Universidade do Estado da Bahia - UNEB
Doutorado em Educação
Université du Québec à Montréal – UQ, Canadá

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de expressar minha profunda gratidão à **Professora Doutora Tânia Maria Hetkowski**, minha orientadora, por seu apoio incansável, sabedoria e dedicação ao longo de todo este processo. Sua orientação foi fundamental para a conclusão desta pesquisa.

Agradeço a **Deus**, pela força, inspiração e luz que me guiaram em cada etapa deste desafio.

À **Universidade do Estado da Bahia (UNEB)**, no Brasil, e à **Universidad Distrital Francisco José de Caldas**, em Bogotá, Colômbia, pelas oportunidades acadêmicas, pelos recursos e pelo ambiente enriquecedor que possibilitaram o desenvolvimento deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos a **todos os professores colaboradores** que contribuíram direta ou indiretamente para esta pesquisa, compartilhando conhecimentos, críticas construtivas e incentivos valiosos.

Por fim, a todos que, de alguma forma, fizeram parte desta jornada, o meu mais profundo **obrigado**.

Muito obrigado!

GERMAN TORRIJOS CADENA.

RESUMO

O projeto intitulado de “Geotecnologias no ensino da Engenharia Topográfica da Universidade Distrital Francisco José de Caldas: um estudo de caso” tem, como objetivo geral, validar o Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) construído pelos professores de Engenharia Topográfica no ensino de Geotecnologias (Imagem de Satélite — IS), utilizando o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008). Os objetivos específicos incluem identificar os componentes do CDC, determinar suas relações e reconhecer os Eixos DOC (Dinamizador, Obstáculo e Questionamento). A metodologia é qualitativa, baseada em um estudo de caso intrínseco, com abordagem descritiva e interpretativa, empregando técnicas como questionários ReCo, observações em sala de aula e entrevistas de autoconfrontação. As categorias teóricas abrangem os componentes do CDC (Orientação do Ensino, Conhecimento da Avaliação, Estratégias Instrucionais, Compreensão do Aluno, Currículo e Eficácia do Ensino). Autores de destaque como Park e Oliver (2008), Stake (1999), Denzin, Lincoln e Giardina (2006) fundamentam a pesquisa, enfatizando a triangulação, o conhecimento experiencial e o contexto educacional. O estudo é realizado na Universidade Distrital Francisco José de Caldas (Bogotá, Colômbia), com 2 professores experientes em Geomática, selecionados por sua abordagem pedagógica interativa e contingente. Os procedimentos incluem análise de dados qualitativos, triangulação de fontes e construção de mapas do CDC. Os resultados demonstraram que o CDC dos professores se caracteriza pela transformação do conhecimento técnico em conteúdo acessível e didático, um processo sustentado pela integração da sua experiência profissional, uma adaptação ao contexto educacional da universidade e uma abordagem holística. A identificação dos componentes do modelo hexagonal confirmou a presença e aplicação dos seis elementos: Conhecimento de Conteúdo (domínio técnico de IS), Conhecimento do Aluno (compreensão das necessidades dos estudantes), Conhecimento Curricular (alinhamento com os objetivos do programa), Estratégias de Ensino (uso de ferramentas para facilitar a compreensão), Conhecimento de Avaliação (métodos para medir a aprendizagem) e Eficácia do Professor (reflexão contínua).

A análise determinou que estes componentes relacionam-se de forma dinâmica e integrada, onde o conhecimento do aluno e a avaliação retroalimentam constantemente as estratégias de ensino, em um processo de transformação do conhecimento mediado pela reflexão docente. Na construção do

CDC, foram identificados os Eixos DOC: os Dinamizadores (inovação tecnológica e interesse dos professores), os Obstáculos (formação pedagógica inicial limitada, superada pela experiência) e os Questionamentos (necessidade de adaptar o ensino às demandas do século XXI).

Concluiu-se que o CDC analisado é fundamental para transformar conteúdos especializados em ferramentas pedagógicas eficazes, estabelecendo uma estrutura para a inovação educacional na Engenharia Topográfica. Sob a perspectiva de Milton Santos, o estudo evidencia que o ensino de Geotecnologias, através de um CDC robusto, permite conectar os objetos técnicos com as implicações sociais na construção dinâmica do espaço geográfico, formando engenheiros com uma visão crítica e integral.

Palavras-chave: Geotecnologias; Conhecimento Didático do Conteúdo; estudo de caso; ensino universitário; modelo hexagonal de Park e Oliver.

ABSTRACT

Il progetto intitolato "Geotecnologie nell'insegnamento dell'Ingegneria Topografica presso l'Università Distrettuale Francisco José de Caldas: uno studio di caso" ha come obiettivo generale la validazione della Conoscenza Didattica dei Contenuti (DCK) costruita dai docenti di Ingegneria Topografica nell'insegnamento delle Geotecnologie (Immagini Satellitari - IS), utilizzando il modello esagonale di Park e Oliver (2008). Gli obiettivi specifici includono l'identificazione delle componenti del CDC, la determinazione delle loro relazioni e il riconoscimento degli assi DOC (Dinamizzatore, Ostacolo e Questionario). La metodologia è qualitativa, basata su uno studio di caso intrinseco, con un approccio descrittivo e interpretativo, che impiega tecniche come questionari ReCo, osservazioni in classe e interviste di auto-confronto. Le categorie teoriche comprendono le componenti del CDC (Orientamento all'Insegnamento, Conoscenza della Valutazione, Strategie Didattiche, Comprensione degli Studenti, Curriculum ed Efficacia dell'Insegnamento). Autori di spicco come Park e Oliver (2008), Stake (1999) e Denzin, Lincoln e Giardina (2006) forniscono le basi per questa ricerca, enfatizzando la triangolazione, la conoscenza esperienziale e il contesto educativo. Lo studio è stato condotto presso l'Università Distrettuale Francisco José de Caldas (Bogotà, Colombia) con due professori di Geomatica esperti, selezionati per il loro approccio pedagogico interattivo e contingente. Le procedure includevano l'analisi qualitativa dei dati, la triangolazione delle fonti e la costruzione di mappe CDC. I risultati hanno dimostrato che il CDC dei professori è caratterizzato dalla trasformazione delle conoscenze tecniche in contenuti accessibili e didattici, un processo supportato dall'integrazione della loro esperienza professionale, dall'adattamento al contesto educativo universitario e da un approccio olistico. L'identificazione delle componenti del modello esagonale ha confermato la presenza e l'applicazione dei sei elementi: Conoscenza dei Contenuti (padronanza tecnica dei Sistemi Informativi), Conoscenza degli Studenti (comprensione dei bisogni degli studenti), Conoscenza Curriculare (allineamento con gli obiettivi del programma), Strategie di Insegnamento (uso di strumenti per facilitare la comprensione), Conoscenza della Valutazione (metodi per misurare l'apprendimento) ed Efficacia dell'Insegnante (riflessione continua).

L'analisi ha stabilito che queste componenti sono correlate in modo dinamico e integrale, dove la conoscenza degli studenti e la valutazione si riflettono costantemente sulle strategie didattiche, in

un processo di trasformazione della conoscenza mediato dalla riflessione dell'insegnante. Nella costruzione del CDC, sono stati identificati i seguenti Assi DOC: i Facilitatori (innovazione tecnologica e interesse degli insegnanti), gli Ostacoli (formazione pedagogica iniziale limitata, superata dall'esperienza) e le Domande (necessità di adattare l'insegnamento alle esigenze del XXI secolo).

Si è concluso che il CDC (Centro per lo Sviluppo Didattico ed Educativo) analizzato è fondamentale per trasformare i contenuti specialistici in strumenti pedagogici efficaci, stabilendo un quadro per l'innovazione didattica nell'Ingegneria Topografica. Dal punto di vista di Milton Santos, lo studio dimostra che l'insegnamento delle geotecnologie attraverso un solido CDC consente di collegare gli oggetti tecnici con le implicazioni sociali nella costruzione dinamica dello spazio geografico, formando ingegneri con una visione critica e olistica..

Parole chiave: geotecnologie; conoscenza dei contenuti didattici; caso di studio; insegnamento universitario; modello esagonale di Park e Oliver.

ABSTRACT

The project entitled “Geotechnologies in the teaching of Topographic Engineering at the Francisco José de Caldas District University: a case study” has, as its general objective, to validate the Didactic Content Knowledge (DCK) constructed by Topographic Engineering professors in the teaching of Geotechnologies (Satellite Imagery — IS), using the hexagonal model of Park and Oliver (2008). Specific objectives include identifying the components of CDC, determining their relationships, and recognizing the DOC Axes (Dynamizer, Obstacle, and Questioning). The methodology is qualitative, based on an intrinsic case study, with a descriptive and interpretative approach, employing techniques such as ReCo questionnaires, classroom observations, and self-confrontation interviews. The theoretical categories encompass the components of CDC (Teaching Orientation, Assessment Knowledge, Instructional Strategies, Student Understanding, Curriculum, and Teaching Effectiveness). Prominent authors such as Park and Oliver (2008), Stake (1999), and Denzin, Lincoln, and Giardina (2006) provide the foundation for this research, emphasizing triangulation, experiential knowledge, and the educational context. The study was conducted at the Francisco José de Caldas District University (Bogotá, Colombia) with two experienced Geomatics professors, selected for their interactive and contingent pedagogical approach. The procedures included qualitative data analysis, source triangulation, and the construction of CDC maps. The results demonstrated that the professors' CDC is characterized by the transformation of technical knowledge into accessible and didactic content, a process supported by the integration of their professional experience, adaptation to the university's educational context, and a holistic approach. The identification of the components of the hexagonal model confirmed the presence and application of the six elements: Content Knowledge (technical mastery of IS), Student Knowledge (understanding of student needs), Curricular Knowledge (alignment with program objectives), Teaching Strategies (use of tools to facilitate understanding), Assessment Knowledge (methods to measure learning), and Teacher Effectiveness (continuous reflection).

The analysis determined that these components are dynamically and integrally related, where student knowledge and assessment constantly feed back into teaching strategies, in a process of knowledge transformation mediated by teacher reflection. In the construction of the CDC, the

following DOC Axes were identified: the Facilitators (technological innovation and teacher interest), the Obstacles (limited initial pedagogical training, overcome by experience), and the Questions (need to adapt teaching to the demands of the 21st century).

It was concluded that the analyzed CDC (Center for Didactic and Educational Development) is fundamental for transforming specialized content into effective pedagogical tools, establishing a framework for educational innovation in Topographic Engineering. From Milton Santos' perspective, the study shows that teaching Geotechnologies through a robust CDC allows connecting technical objects with the social implications in the dynamic construction of geographic space, training engineers with a critical and holistic vision.

Keywords: geotechnologies; Didactic Content Knowledge; case study; university teaching; Park and Oliver hexagonal model.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 — O conhecimento profissional do professor como um sistema de ideias integradas e o conhecimento profissional específico do professor associado a categorias particulares 25
Figura 2 — Eixos DOC: Dinamizador, Obstáculo e Questionamento 27
Figura 3 — Uma perspectiva epistemológica clássica sobre o conhecimento do professor de Ciências 29
Figura 4 — Resultados das Bases de Dados consultadas com as palavras-chave 31
Figura 5 — Modelo Didático de Raciocínio e Ação 35
Figura 6 — Modelo integrativo CDC 39
Figura 7 — Modelo Transformativo CDC 39
Figura 8 — Várias facetas do conhecimento didático 40
Figura 9 — Tipos de conhecimento que contribuem para o CDC 41
Figura 10 — Modelo de Park e Oliver (2008) 55
Figura 11 — Geotecnologias no contexto da Geomática 79
Figura 12 — Estrutura da Imagem de Satélite 88
Figura 13 — Espectro eletromagnético 89
Figura 14 — Interação e frequência entre a Orientação de Ensino de IS (OEI) em relação ao componente alvo: Conhecimento da compreensão do aluno (CCE) 108
Figura 15 — Mapa CDC do professor construído a partir da entrevista do ReCo 109
Figura 16 — Mapa CDC do professor construído a partir de observações em sala de aula 111
Figura 17 — Interação e frequência entre a Orientação de Ensino de IS (OEI) em relação ao componente alvo: Conhecimento da compreensão do aluno (CCE) 115
Figura 18 — Mapa CDC do professor construído a partir da entrevista do ReCo 116
Figura 19 — Mapa CDC do professor construído a partir de observações em sala de aula 118
Figura 20 — Eixo ReCo, Park e Oliver *Dynamics* 122
Figura 21 — Eixo de obstáculos ReCo 123
Figura 22 — ReCo, Park e Oliver questionando o eixo 125
Figura 23 — Facilitadores das turmas 127
Figura 24 — Obstáculos de classe 129

Figura 25 — Perguntas sobre as aulas..... 131
Figura 26 — Facilitadores da turma..... 133
Figura 27 — Obstáculos de classe..... 135
Figura 28 — Perguntas sobre as aulas..... 137
Figura 29 — Facilitadores da turma..... 138
Figura 30 — Obstáculos de classe..... 140
Figura 31 — Perguntas sobre as aulas..... 142

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Resumo da pesquisa em destaque sobre o desenvolvimento e a compreensão do CDC 46
Tabela 2 — Resumo dos destaques da pesquisa sobre o desenvolvimento e a compreensão do CDC 50
Tabela 3 — Critérios de pesquisa 77
Tabela 4 — Critérios de revisão e seleção em bancos de dados 78
Tabela 5 — Conceitos de Imagens de Satélite como geotecnologia 84
Tabela 6 — Fatores ou condições para a utilização da estratégia de pesquisa 96
Tabela 7 — Características dos participantes da pesquisa 100
Tabela 8 — Características dos participantes da pesquisa 101
Tabela 9 — Perfil dos professores participantes 101
Tabela 10 — Configuração do grupo de classe da professora Jennifer 105
Tabela 11 — Sinopse da entrevista da professora Jennifer no ReCo 107
Tabela 12 — Configuração da turma do professor Carlos 113
Tabela 13 — Sinopse da entrevista do professor Carlos no ReCo 114

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14
2 APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO 17
2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA 17
2.2 JUSTIFICATIVA 19
2.3 PERGUNTA DA PESQUISA 21
2.3.1 Objetivo geral 23
2.3.2 Objetivos específicos 23
2.4 ESTADO DA ARTE 24
2.4.1 O conhecimento profissional do professor 24
2.4.2 Didática no ensino de Engenharia 30
2.4.3 Ensino de geotecnologias (Imagens de Satélite) em Engenharia Topográfica 32
3 QUADRO DE REFERÊNCIA 33
3.1 REFERENCIAL TEÓRICO 33
3.1.1 Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) 34
3.1.1.1 O paradigma perdido no ensino da pesquisa 34
3.1.1.2 Três décadas de evolução 42
3.1.1.3 Evolução na construção do CDC 44
3.1.1.4 Indicadores do CDC 51
3.1.1.5 Instrumentos na caracterização do CDC 53
3.1.2 O modelo de Park e Oliver 54
3.1.3 Formação de engenheiros no Ensino Superior 56
3.1.3.1 Diferentes abordagens para a formação de engenheiros 57
3.1.3.2 Estratégias e mitologias para o ensino de Engenharia 63
3.1.4 A representação do espaço 64
3.1.4.1 Geotecnologias, espaço e sociedade 64
3.1.4.2 Conceito de tecnologias e geotecnologias — dinâmica social e técnica 71
3.1.4.2 Geotecnologias em Engenharia 73
3.1.4.3 Geotecnologias em Engenharia Topográfica 76
3.1.4.4 Geotecnologias e Imagens de Satélite na Universidade Distrital 82

3.1.4.5 Fundamentos teóricos para o estudo de geotecnologias e Imagens de Satélite em programas de graduação na Universidade Distrital *84*
3.1.4.6 Currículo e geotecnologias no ensino de Imagens de Satélite — Universidade Distrital *89*
4 METODOLOGIA DA PESQUISA **91**
4.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA 94
4.1.1 Otimizando a compreensão do caso 95
4.1.2 Fatores ou condições para a utilização da estratégia de pesquisa 96
4.1.3 Etapas da pesquisa 97
4.1.3.1 Etapa 1: Localização contextual da pesquisa *97*
4.1.3.2 Etapa 2: Compreendendo estudos de caso (EC) *97*
4.1.3.3 Etapa 3: Caracterização do CDC e disseminação dos resultados *97*
4.1.3.4 Descrição da comunidade beneficiada *98*
5 RESULTADOS DA PESQUISA **99**
5.1 PROCESSO DE PESQUISA 99
5.2 FOCO DA PESQUISA 99
5.3 PARTICIPANTES E CONTEXTO 100
5.4 FONTES, INSTRUMENTOS E TÉCNICAS DE COLETA DE INFORMAÇÕES 101
5.4.1 Questionário de Representação de Conteúdo (ReCo) 102
5.4.2 Observação de aula 102
5.4.3 Entrevistas de autoconfrontação 103
5.4.4 Análise de dados 104
6 RESULTADOS **105**
6.1 O CASO DA PROFESSORA JENNIFER 105
6.1.1 Mapeamento e caracterização do CDC 105
6.1.2 Construção do mapa do CDC a partir da entrevista do ReCo 106
6.1.3 Construção do mapa do CDC a partir da observação das aulas de classe 110
6.2 O CASO DO PROFESSOR CARLOS 112
6.2.1 Mapeamento e caracterização do CDC 113
6.2.2 Construção do mapa do CDC a partir da entrevista do ReCo 114
6.3.3 Construção do mapa do CDC com base na observação das aulas do professor Carlos 118

6.4 IDENTIFICAÇÃO DOS EIXOS DOC NA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO DIDÁTICO DO CONTEÚDO (CDC) SEGUNDO O MODELO HEXAGONAL DE PARK E OLIVER (2008) 120
6.5 O CASO DA PROFESSORA JENNIFER 121
6.5.1 Os Eixos DOC no momento da Reflexão 121
6.5.1.1 Dinamizadores *121*
6.5.1.2 Obstáculos *123*
6.5.1.3 Questionamentos *124*
6.5.2 Os eixos DOC no momento da Ação 126
6.5.2.1 Dinamizadores *126*
6.5.2.2 Obstáculos *128*
6.5.2.3 Questionamentos *130*
6.6 O CASO DO PROFESSOR CARLOS 132
6.6.1 Os Eixos DOC no momento da Reflexão 132
6.6.1.1 Dinamizadores *133*
6.6.1.2 Obstáculos *134*
6.6.1.3 Questionamentos *136*
6.6.2 Os Eixos DOC no momento da Ação 138
6.6.2.1 Dinamizadores *138*
6.6.2.2 Obstáculos *140*
6.6.2.3 Questionamentos *141*
7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 144
7.1 CONCLUSÃO SOBRE O OBJETIVO GERAL 146
7.2 CONCLUSÕES SOBRE OS OBJETIVOS ESPECÍFICOS 147
7.3 CONCLUSÕES SOBRE O ESPAÇO — MILTON SANTOS 150
7.4 RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS 151
REFERÊNCIAS 154
ANEXO A — Base de dados consultadas. **..... 168**
ANEXO B — Resumo dos trabalhos selecionados. **..... 170**
ANEXO C — Anais do Congresso SELPER 2010–2022. **..... 172**
ANEXO D — Faculdades da Universidade Distrital, com programa, no ensino de Imagens de Satélite (IS). **..... 173**

ANEXO E — Instrumento nº 2. Entrevista pessoal com professores de Engenharia Topográfica **.....174**

ANEXO F — Instrumento nº 3. Entrevista pré-aula sobre Imagens de Satélite como Geotecnologia. **.....177**

ANEXO G — Instrumento nº 4. CoRes (Representação de Conteúdo) ou ReCo. **.....179**

1 INTRODUÇÃO

A linha de pesquisa IV do Programa de Pós-Graduação em Educação e Contemporaneidade (PPGEDUC) da Universidade Estadual da Bahia (UNEB) tem, como temática, Educação, Currículo e Processos Tecnológicos. Essa linha de pesquisa busca investigar a relação entre educação, currículo e tecnologias, explorando como as inovações tecnológicas podem impactar os processos de ensino e aprendizagem.

Pesquisadores da área buscam entender como as tecnologias digitais podem ser efetivamente incorporadas ao currículo escolar, garantindo uma educação mais dinâmica, atualizada e alinhada às demandas da sociedade contemporânea. Além disso, eles também investigam os desafios e o potencial dessas tecnologias no contexto educacional, analisando seu impacto nas práticas pedagógicas e no desenvolvimento dos alunos.

Entre os temas de pesquisa abordados nessa área, estão o uso de dispositivos móveis, a educação a distância, a gamificação, a realidade aumentada, a inteligência artificial e outros. A partir dessas investigações, pesquisadores buscam contribuir para o desenvolvimento de estratégias e políticas educacionais que promovam a integração das tecnologias no ambiente escolar, visando uma educação mais inclusiva, diversa e eficaz. Dessa forma, a presente pesquisa em Educação, Currículo e Processos Tecnológicos tem, como foco, a didática e o ensino de geotecnologias, especificamente de Imagem de Satélite (IS), na área de Engenharia Topográfica da Universidade Distrital Francisco José de Caldas (Bogotá, Colômbia).

Como professor titular do Projeto Curricular de Engenharia Topográfica da Universidade Distrital Francisco José de Caldas (Bogotá, Colômbia), durante minha formação profissional e meu mestrado em Sensoriamento Remoto ou Sistemas de Sensoriamento Remoto (INPE e UNESP — Brasil), nos últimos quinze anos, tenho tido múltiplos questionamentos sobre as experiências pedagógicas e a formação profissional dos professores responsáveis pelas disciplinas no ensino de geotecnologias, especificamente de Imagens de Satélite (IS), bem como sobre seus processos formativos na área de didática, seus conhecimentos didáticos em tais processos e a construção de seus próprios conhecimentos por meio de suas experiências profissionais dentro do mesmo projeto curricular.

A Engenharia Topográfica da Universidade Distrital — em sua trajetória de mais de 25 anos na formação de futuros profissionais nas diferentes áreas do cidadão e nas competências

básicas para a execução, avaliação, coordenação, administração e gestão de projetos topográficos e outras áreas da Geomática (Tique, 2017) — conta com um corpo docente de profissionais capacitados em cada uma de suas áreas específicas, que geraram um processo próprio de construção do conhecimento profissional docente de forma intuitiva e vivencial, bem como em sua formação na área de didática.

Esta pesquisa será abordada no âmbito de Educação, Currículo e Processos Tecnológicos, constituindo-se como uma referência importante a se ter em conta como convergência do conhecimento profissional do professor de Engenharia Topográfica, especificamente no ensino de Imagens de Satélite (IS), de modo a caracterizar o Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC), por meio do Estudo de Caso (CE), de 2 professores de Engenharia Topográfica.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas reconheceram o papel fundamental que as instituições de ensino superior desempenham no desenvolvimento socioeconômico, ambiental e tecnológico de nossas sociedades. Diante disso, em resposta a esse convite, um dos objetivos desta pesquisa é identificar os componentes do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC), segundo o modelo mexagonal de Park e Oliver (2008), que vem sendo utilizado por 2 professores de Engenharia Topográfica, sobre o uso de geotecnologias (Imagem de Satélite) na apropriação de aspectos relacionados às interações socioeconômicas, ambientais e tecnológicas da sociedade, avançando, assim, para novos modelos de educação, pesquisa, inovação e cultura a serviço das comunidades.

Do trabalho realizado por Shulman (1986), nasceu uma corrente de pesquisa denominada como base de conhecimento para o ensino, que se debruçou sobre a análise do conhecimento profissional do professor. Segundo Castro (2014, p. 97), “nesta proposta [...] são evidentes os primeiros indícios que remetem ao Conhecimento Pedagógico do Conteúdo [...]”.

Em um contexto onde predominava a investigação processo-produto de natureza comportamental, essa corrente representou uma mudança de eixo, centrada em “como os professores transformam os conteúdos em representações didáticas que utilizam no ensino [...]” (Bolívar, 2005, p. 2). Esse autor propôs, inicialmente (posteriormente, acrescentou outras características), que o professor deveria ter um nível mínimo de conhecimento para sua atuação e o apresentou em três categorias: a) conhecimento do conteúdo da disciplina; b) conhecimento didático do conteúdo (CDC) e c) conhecimento curricular.

Agora, o CDC "[...] representa a intersecção entre o conhecimento do próprio assunto, os princípios gerais da pedagogia e o contexto. No entanto, não é apenas uma mera conjunção [...] de elementos, mas uma transformação do conhecimento do conteúdo em conteúdo ensinável [...]" (Sosa; Astudillo, 2008, p. 86 *apud* Flores; Chan-Tenez; Sánchez, 2021). Há, ainda, uma riqueza de trabalhos sobre o CDC e o desenvolvimento desse conceito ao longo do tempo demonstra sua complexidade (Garritz, 2006).

Em sua estreia, Shulman definiu-o como consistindo de dois componentes: o conhecimento do professor sobre os alunos como aprendizes e o conhecimento do professor sobre tópicos específicos. Mais tarde, Grossman (1990) concluiu que os componentes do CDC também envolvem o conhecimento do currículo e do contexto de aprendizagem. Ele ressaltou que o principal valor está na capacidade do ensino de integrar todos esses componentes, uma vez que esse constructo deve ser compreendido de forma holística.

Posteriormente, Gess-Newsome (1999) desenvolveu dois modelos teóricos para tentar explicar a formação do CDC: o integrativo e o transformativo. A primeira considera o CDC como resultado da intersecção entre didática, conteúdo e contexto. Ao contrário, o segundo o vê como o resultado de uma transformação do conhecimento didático, do conteúdo da disciplina e do contexto. Embora as abordagens sejam diferentes, há um consenso geral de que seu desenvolvimento está ligado, sobretudo, à prática docente e à reflexão sobre ela. Os esforços de pesquisa sempre se concentraram em determinar os componentes do conhecimento básico que um professor deve ter para ensinar.

Dessa forma, esta pesquisa propõe realizar um estudo de caso com 2 professores de Engenharia Topográfica, da Universidade Distrital Francisco José de Caldas, para realizar uma caracterização do CDC no ensino de geotecnologias, especificamente de Imagem de Satélite (IS). Por fim, o trabalho contextualiza, também, o conhecimento profissional do professor ao longo de sua carreira.

2 APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Esta pesquisa problematiza o ensino no Nível Superior, onde professores, embora especialistas em suas áreas disciplinares, frequentemente carecem de formação pedagógica e didática. A partir de autores como Tovar-Gálvez e Contreras (2012) e Villa-Peralta (2017), discute-se a lacuna entre o conhecimento disciplinar e o Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC), essencial para a transposição eficaz do saber. No contexto da Engenharia, evidencia-se que dominar o conteúdo técnico não garante a capacidade de o ensinar, impactando a formação crítica e motivacional dos estudantes. O estudo centra-se no caso da Universidade Distrital, destacando a necessidade de se integrar a didática como especialidade acadêmica na docência universitária, visando transformar práticas educativas em espaços de construção crítica e inovação.

2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

Tovar-Gálvez e Contreras (2012, p. 883, tradução nossa) destacam o quão "relevante é perguntar-se sobre o fato de que os professores universitários, em sua maioria, são profissionais e especialistas em sua área específica de conhecimento, mas não em educação e nem na didática do conhecimento de sua profissão". Nesse sentido, problematizar o ensino dos conhecimentos da profissão é uma oportunidade nessa tese de doutorado, ao tratar do tema no Ensino Superior, onde os professores universitários se assumem como especialistas em um campo disciplinar que os credencia para desenvolver processos de formação em um determinado campo do conhecimento. No caso da formação em Engenharia, pareceria suficiente que o professor dessa área tivesse um conhecimento profundo nesse campo, porém algumas pesquisas relatam que esse conhecimento não é suficiente.

É assim que encontramos expressões que nos dizem que é muito comum se deparar com professores universitários que são profissionais que conhecem sua disciplina, mas não necessariamente aprenderam a ensiná-la (Montenegro; Fuentealba, 2010 *apud* Tovar-Gálvez; Contreras, 2012, p. 883). O caso exposto acima parece não ter implicações importantes no contexto educacional para um bom número de professores. Diferentes estudos concluíram que o ensino de uma disciplina específica se baseia no domínio de um conjunto de conhecimentos (pedagógicos, curriculares, estudantis, contextuais e de conteúdo ensinado, entre outros), de modo que, para

ensinar uma disciplina específica, não basta o conhecimento disciplinar (Shulman, 1987; 1999 *apud* Tovar-Gálvez; Contreras, 2012, p. 883).

Vários estudos mostram, também, que os professores universitários são recrutados com base na formação especializada em uma disciplina, e não na formação pedagógica, muito menos no conhecimento e na experiência que o professor pode ter em sua área. Isso demonstra que a docência universitária não é categorizada como uma profissão, mas, sim, como uma atividade prática baseada em metodologias, técnicas e métodos de ensino. Por outro lado, o ensino universitário, geralmente, não considera aspectos particulares dos cursos, dos alunos e dos conteúdos, esquecendo que a educação superior também busca formar sujeitos críticos e capazes de construir (Oliveira; Vasconcellos, 2011 *apud* Tovar-Gálvez; Contreras, 2012, p. 884).

Villa-Peralta (2017, p. 12, tradução nossa) afirma que "o professor universitário é normalmente um técnico que ganha um salário. Não existe um pensador crítico, por isso a universidade não existe como verdadeiro centro de formação e pensamento". Retornando a isso, observamos a necessidade deste estudo na docência universitária, em busca daquela formação de caráter didático. A reflexão sobre professores universitários que não possuem formação pedagógica não é estranha ao nosso estudo de caso na Universidade Distrital, que constitui nosso problema de pesquisa: a dualidade entre formação disciplinar especializada e formação na área de Didática no programa de Engenharia Topográfica.

Segundo Villa-Peralta (2017), na formação educacional do engenheiro, demonstra-se como alguns professores universitários permanecem ancorados no tempo, tornando seus conteúdos dependentes de um livro didático ou de abordagens generalizadas, deixando, assim, seus alunos com mais dúvidas que certezas em sua formação e sem nenhuma CDC em seu processo formativo.

Nesse sentido, Villa-Peralta (2017, p. 11, tradução nossa) reflete sobre a educação universitária, "que exige sentido e intencionalidade instrucional; daí a importância de antecipar a compreensão dos conteúdos, criando ambientes de comunicação horizontal, consenso e deliberação". Isso nada mais é do que o estudo do CDC no ensino universitário. Segundo Ulloa (2008 *apud* Villa-Peralta, 2017) e Serna e Serna (2013 *apud* Villa-Peralta, 2017), o ensino de engenharia é identificado como "chato", ou seja, desvia-se de motivar a emoção de descobrir, criar, montar e resolver. Por isso, fazemos um chamado à atualização da formação pedagógica e didática dos professores como especialidade acadêmica, à reivindicação da importância do engenheiro para o desenvolvimento do país, bem como de seu campo de atuação, e à divulgação das diversas

contribuições que essa área do conhecimento traz para a vida cotidiana dos cidadãos. Por fim, sugerimos "o desenvolvimento profissional dos professores que lecionam nas escolas de Engenharia, tanto na especialidade como no componente didático-pedagógico" (Villa-Peralta, 2017, p. 15, tradução nossa).

2.2 JUSTIFICATIVA

Hoje, temos que levar em conta, como professores universitários, que fomos construindo conhecimento sobre cada uma das disciplinas que ensinamos; que não só o conhecimento da matéria é suficiente, mas, também, o conhecimento construído pelo professor ao longo desses longos anos de sua carreira profissional como docente.

Professores especializados em uma área específica do Ensino Superior geralmente ingressam no programa sem nenhum conhecimento prévio do CDC. No entanto, por meio de seu próprio desenvolvimento intuitivo e sua experiência profissional, eles começam a construir seu conhecimento do CDC e de seu assunto, estabelecendo uma compreensão implícita dele.

Nos trabalhos apresentados sobre a formação educacional do engenheiro, Villa-Peralta (2017) expressa que deve haver uma pesquisa na renovação didática universitária, tanto para o aluno quanto para o professor, para mudar a educação tradicional. Nesse questionamento, também se pergunta: Como a formação pedagógica e didática dos professores que ensinam engenharia pode contribuir para despertar o interesse em prosseguir os estudos de engenharia na Colômbia? Dessa forma, mostramos a necessidade da formação profissional do professor que leciona nas escolas de engenharia, pois, se o professor é epocal do século passado e a pós-modernidade exige cidadãos críticos, construtivos, inovadores, criativos, capazes de solucionar e ajudar a comunidade, de viver em harmonia com a natureza, de atuar como um ser racional, afetivo, sensível, perceptivo, consciente de seus deveres e direitos, então, o educador deve estar em consonância com essa exigência.

Nesse sentido, Villa-Peralta (2017, p. 13, tradução nossa) faz o convite para:

> A implementação concertada, progressiva e sustentada da formação integral dos engenheiros, começando pela atualização dos professores tanto nos aspetos pedagógicos e didáticos como na sua própria especialidade académica, para reivindicar a importância do engenheiro para o desenvolvimento do país, bem

> como o seu campo de ação e para difundir as diferentes contribuições que esta área do conhecimento traz à vida quotidiana dos cidadãos.

Expressa-se, com isso, que os professores não seriam mais aqueles que depositam conhecimento nos alunos, mas, sim, estariam inscritos em um caminho de autoaprendizagem e de produção de conhecimento, fortalecendo habilidades como leitura e escrita com significado e intenção formativa, abordando a realidade global a partir de uma perspectiva mais crítica. Além disso, os professores frequentariam cursos de Pedagogia e Didática com mais frequência, estariam dispostos a trocar informações e experiências com outros colegas e explorariam opções além de palestras e *workshops*.

Sindicatos como a UNESCO (2010) mostram-se alarmados com o inegável declínio de alunos nas diversas escolas de Engenharia, em que uma luz para essa situação é uma experiência de formação orientada para a investigação, o aprender fazendo, o construtivismo, como exemplo de mudanças proativas onde os professores de Engenharia estudam cursos de Didática e Pedagogia. Ao mesmo tempo, sugerem a atualização profissional dos professores que lecionam nas escolas de Engenharia, tanto na especialidade como no componente didático e pedagógico, compreendendo que a falta de atualização dos professores não responde à dinâmica do conhecimento no século XXI.

Então, Villa-Peralta (2017, p. 12, tradução nossa) nos apresenta a seguinte reflexão:

> O professor universitário é geralmente um especialista técnico que ganha um salário. Pensadores críticos não existem, então a universidade não existe como um verdadeiro centro de treinamento e pensamento. Não estamos sendo treinados para pensar. Uma das principais responsabilidades da educação é ensinar como pensar, e não estamos cumprindo essa responsabilidade. Se não sabemos como pensar, seremos ainda menos capazes de ensinar como pensar.

Tovar-Gálvez e Contreras (2012, p. 881, tradução nossa), em sua pesquisa na prática docente universitária, apontam a docência universitária como um amplo campo de pesquisa e objeto de estudo:

> Surge o problema teórico e metodológico de o que e como observar a dimensão didática na prática docente, o que leva a uma discussão sobre a Didática Geral derivada das Teorias da Aprendizagem e da Didática Específica com base na especificidade epistemológica de cada disciplina.

Ainda segundo Tovar-Gálvez e Contreras (2012), o ensino universitário constitui-se como um problema de pesquisa, pois a universidade, a sociedade e a cultura estão em constante mudança, exigindo formadores de profissionais que respondam a contextos mutáveis, acelerados e com demandas diversas. Nesse sentido, é assim que a universidade, os professores universitários e os profissionais em formação inicial enfrentam as mudanças econômicas e políticas, além do desenvolvimento científico e tecnológico em um mundo de produção e desigualdades (Hernández; Francis, 2006 *apud* Tovar-Gálvez; Contreras, 2012).

Ademais, em sua pesquisa, Tovar-Gálvez e Contreras (2012, p. 883, tradução nossa) dizem o quão "relevante é questionar o fato de que os professores universitários, em sua maioria, são profissionais e especialistas em sua área específica de conhecimento, mas não em educação e nem no ensino dos conhecimentos de sua profissão". Eles também citam Montenegro e Fuentealba, que afirmam que é muito comum encontrar professores universitários que são profissionais que conhecem sua disciplina, mas que não necessariamente aprenderam a ensiná-la. Apontam, enfim, que o principal critério para a contratação de professores é a formação especializada em uma disciplina, e não a formação pedagógica; isso significa que a docência universitária não é considerada uma profissão, mas, sim, uma atividade prática baseada em metodologias, técnicas ou métodos apropriados (Pretto; Rocha, 2010 *apud* Tovar-Gálvez; Contreras, 2012).

Concluindo, a maior parte dos trabalhos nessa linha de pesquisa tem sido realizada com professores do Ensino Fundamental ou Médio, existindo uma lacuna na pesquisa sobre professores universitários, expressando o que Villa-Peralta (2017) disse no sentido de que deve haver uma pesquisa sobre uma renovação didática universitária, tanto para o aluno quanto para o professor, a fim de mudar a educação tradicional, de modo a não permanecer no conhecimento predominante do conteúdo, deixando de lado o CDC.

2.3 PERGUNTA DA PESQUISA

É evidente que o ensino de geotecnologias e, em particular, de Imagens de Satélite é um tema ainda em desenvolvimento no meio acadêmico, de modo que a escassez de produção acadêmica e de pesquisa sobre esse tema pode advir por diversos motivos, como a falta de formação especializada em geotecnologias por parte dos professores, ou, simplesmente, pela falta de conscientização sobre o potencial que essas tecnologias podem oferecer no campo do ensino de

Engenharia. Em relação ao Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) de professores universitários no ensino de geotecnologias (IS) em Engenharia observa-se que, por ser um conceito que se refere a um conjunto de conhecimentos específicos que os professores possuem sobre determinado conteúdo e à forma como esse conhecimento pode ser transmitido e ensinado efetivamente aos alunos, não há estudos específicos sobre geotecnologias (IS) em Engenharia, devido ao caráter técnico e especializado dessa disciplina.

Assim, esta pesquisa levanta a questão sobre a caracterização deste Conhecimento Didático de Conteúdo (CDC) em relação ao ensino de geotecnologias de Imagens de Satélite (IS) no projeto curricular de Engenharia Topográfica da Universidade Distrital Francisco José de Caldas, bem como suas questões subsidiárias:

a) o que caracteriza o Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) construído pelos professores — estudo de caso — de Engenharia Topográfica, em relação ao ensino de geotecnologias de Imagens de Satélite (IS) da Universidade Distrital Francisco José de Caldas?
b) quais componentes do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC), segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), foram utilizados pelos professores — estudo de caso — de Engenharia Topográfica, em relação ao ensino de geotecnologias de Imagens de Satélite (IS) da Universidade Distrital Francisco José de Caldas?
c) quais são as relações entre os componentes do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC), segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), que os professores — estudo de caso — de Engenharia Topográfica utilizaram, em relação ao ensino de geotecnologias de Imagens de Satélite (IS) da Universidade Distrital Francisco José de Caldas?
d) quais são os Eixos DOC (Dinamizador, Obstáculo e Questionamento) na construção do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC), segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), que foram identificados nos professores — estudo de caso — de Engenharia Topográfica, em relação ao ensino de geotecnologias de Imagens de Satélite (IS) da Universidade Distrital Francisco José de Caldas?

Ao responder às questões acima, contribui-se para a pesquisa na construção do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) no Ensino Superior, especificamente, na Engenharia

Topográfica da Universidade Distrital. Contribui-se, também, para o componente didático e pedagógico dos professores que lecionam geotecnologias de Imagens de Satélite (IS) em diferentes instituições universitárias de Engenharia, contribuindo para a dinâmica do conhecimento no século XXI.

Diante disso, hoje, como professores universitários, temos de levar em conta que fomos construindo conhecimento sobre cada uma das disciplinas que ensinamos; que não basta apenas o conhecimento da disciplina, mas, também, o conhecimento construído pelo professor ao longo desses longos anos de sua trajetória profissional como docente, conhecimento esse que se enquadra dentro de um Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC), sobre o qual a presente tese de doutorado se enquadra na área de Educação, na linha de pesquisa IV da Universidade Estadual da Bahia (UNEB): Educação, Currículo e Processos Tecnológicos, em nível universitário no ensino de Engenharia.

2.3.1 Objetivo geral

Validar o Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) construído pelos professores — estudo de caso — do curso de Engenharia Topográfica, em relação ao ensino de geotecnologias de Imagens de Satélite (IS) da Universidade Distrital Francisco José de Caldas.

2.3.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste estudo são:

a) identificar os componentes do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC), segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), que vem sendo utilizado pelos professores — estudo de caso — de Engenharia Topográfica, em relação ao ensino de geotecnologias de Imagens de Satélite (IS) da Universidade Distrital Francisco José de Caldas;
b) determinar as relações entre os componentes do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC), segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), que os professores — estudo de caso — de Engenharia Topográfica utilizaram, em relação ao ensino de geotecnologias de Imagens de Satélite (IS) da Universidade Distrital Francisco José de Caldas;

c) identificar os Eixos DOC (Dinamizador, Obstáculo e Questionamento) na construção do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC), segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), que emergiram em os professores — estudo de caso — de Engenharia Topográfica, em relação ao ensino de geotecnologias de Imagens de Satélite (IS) da Universidade Distrital Francisco José de Caldas.

2.4 ESTADO DA ARTE

O estado da arte sobre o Conhecimento Profissional do Professor (CPP) e o Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) evidencia um debate epistemológico e pedagógico em torno da natureza do saber docente. Autores como Perafán (2015), Riveira *et al*. (2000) e Riveira (2016) destacam que o conhecimento docente não se limita à transmissão disciplinar, mas integra saberes acadêmicos, experienciais e didáticos, mediados por contextos institucionais e históricos. Perafán (2015) enfatiza a produção ativa de conhecimento pelo professor, enquanto Riveira *et al*. (2000) e Riveira (2016) propõem os Eixos DOC (Dinamizador, Obstáculo e Questionamento) como ferramentas para compreender a complexidade do CPP.

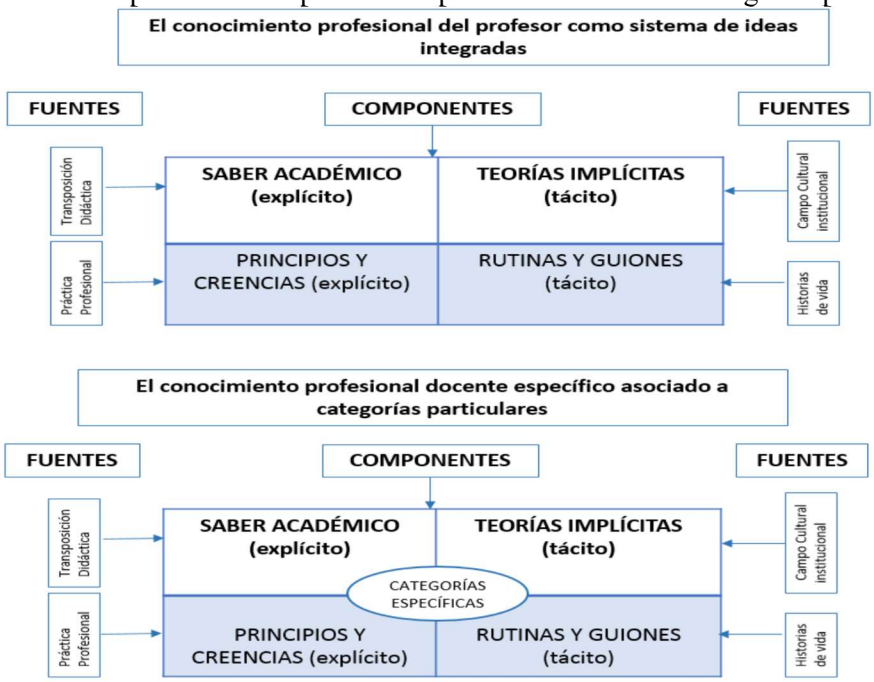
No ensino de Ciências e Engenharia, Roncancio (2016) problematiza a visão do professor como mero reprodutor de conhecimento, defendendo o CDC como um saber profissional distinto, especialmente em áreas como a Engenharia Topográfica. A pesquisa atual aponta para a necessidade de superar modelos racionalistas, incorporando perspectivas reflexivas (Schön, 2017) e socioculturais (Shulman, 1986; Barnett; Hodson, 2001), que reconheçam o docente como intelectual e produtor de conhecimento válido no espaço educativo.

2.4.1 O conhecimento profissional do professor

Amaya (2018) confere uma explicação muito ampla e rigorosa sobre o conhecimento profissional do professor em sua pesquisa de doutorado, apontando o contexto nacional onde se reconhece a pesquisa do professor Andrés Perafán, da Universidade Pedagógica Nacional, e expressa:

> O autor, partindo da síntese proposta por Porlán e Rivero (1998), levantou a necessidade de entender a categoria de conhecimento profissional docente como um sistema de ideias integradas que associa cada um dos conhecimentos (conhecimento acadêmico, conhecimento experiencial, rotinas e roteiros e teorias implícitas) a um determinado estatuto epistemológico fundador [...]. Assim, juntamente com as quatro áreas de conhecimento acima mencionadas, e reconhecidas como constituintes do DPC, integram-se quatro estatutos epistemológicos que fundamentam esse conhecimento: a transposição didática, a prática profissional, a história de vida e a cultura institucional da escola (Amaya, 2018, p. 66, tradução nossa).

Figura 1 — O conhecimento profissional do professor como um sistema de ideias integradas e o conhecimento profissional específico do professor associado a categorias particulares.



Fonte: Perafán (2004 *apud* Amaya, 2018, p. 68).

Amaya (2018), ainda, nos diz que a pesquisa de Perafán se situa em princípios epistemológicos, antropológicos e pós-estruturalistas contemporâneos, apontando que: "a estrutura e a natureza do conhecimento que o professor ensina como seu e construído por ele, no marco de uma condição histórica como sujeito intencional da qual ele não pode escapar" (Perafán, 2015 *apud* Amaya, 2018, p. 67, tradução nossa). Ademais, "tal propósito permitirá, segundo o autor, a reivindicação do papel dos professores como intelectuais, trabalhadores culturais e produtores de conhecimento disciplinar escolar" (Amaya, 2018, p. 67, tradução nossa).

> Trata-se de demonstrar que o professor não constrói apenas conhecimento profissional prático sobre como ensinar, mas também conhecimento disciplinar acadêmico sobre o que ensinar. No ato de ensinar, o conhecimento profissional e o conhecimento disciplinar são integrados em uma unidade complexa que é possível porque os professores têm sido historicamente não apenas sujeitos ativos e autônomos em sala de aula do ponto de vista prático, mas também têm sido sujeitos que constroem conhecimentos disciplinares viáveis (Perafán, 2015 *apud* Amaya, 2018, p. 67, tradução nossa).

A reflexão de Perafán, expressa por Amaya (2018), sobre o lugar que o conhecimento do conteúdo ou conhecimento disciplinar ocupa no conhecimento profissional, constitui uma referência diferenciadora de outros modelos de conhecimento profissional do professor ao colocar em pauta a questão: Qual é a natureza epistemológica do conhecimento que os professores ensinam? A naturalização do conhecimento base do conteúdo, como se referia às disciplinas, dificulta o desenvolvimento dessa questão. Dessa forma, Perafán lança um olhar crítico sobre programas de pesquisa que insistem no conhecimento da disciplina como o lugar epistêmico do professor, argumentando que: "há um mal-entendido histórico sobre a natureza, a dinâmica e os processos de produção do conhecimento escolar em geral e do conhecimento do professor em particular" (Perafán, 2015 *apud* Amaya, 2018, p. 73, tradução nossa).

Por outro lado, tem-se o conhecimento profissional do professor em relação ao Conhecimento Escolar e aos Eixos DOC — em pesquisas realizadas por Martínez e Ibáñez (2005), Rivera e García (2014), Rivera (2016) e Rivera, Lopes, Novas e Popova (2021) — como dispositivos para compreender a construção do Conhecimento Profissional do Professor.

Amaya (2018), então, afirma que o autor concorda em destacar que, na escola, se constrói determinado conhecimento que corresponde ao conhecimento escolar e que o conhecimento científico é uma referência na sua construção, mas não é a única. Os resultados da pesquisa realizada por Martínez e Ibáñez (2005), Rivera e García (2014), Rivera (2016) e Rivera, Lopes, Novas e Popova (2021) contribuem para a construção de quatro categorias de análise para se compreender a complexidade do conhecimento profissional do professor:

a) a primeira trata dos conteúdos escolares que o professor ensina em suas aulas de Ciências, como conceitos, procedimentos, atitudes e valores, e a forma como são integrados;
b) a segunda, fontes e critérios de seleção dos conteúdos escolares, que são aqueles que o professor utiliza para selecionar os conteúdos que ensina, como textos escolares, materiais

curriculares, revistas especializadas etc., bem como os critérios que o professor utiliza para selecionar os conteúdos;

c) a terceira, os referenciais epistemológicos do conhecimento escolar, que correspondem à natureza dos diferentes tipos de conhecimento que intervêm nas aulas de Ciências, como os de origem científica, os curriculares, as concepções dos alunos e/ou as crenças populares;
d) a quarta categoria corresponde aos critérios de validade do conhecimento escolar e inclui os princípios e pressupostos que determinam se o conhecimento produzido na escola é legítimo (Amaya, 2018).

Amaya (2018) também conta que Martínez explora a complexidade na compreensão do conhecimento profissional, de modo que alerta para a possibilidade de articular os Eixos DOC (Dinamizador, Obstáculo e Questionamento) (Figura 2), como um dispositivo conceitual que nos permite compreender o processo de construção do conhecimento profissional do professor, expressando que "esta análise é essencial no sentido de que acreditamos que identificar os obstáculos ao processo de mudança contribui para a definição de novos rumos para a formação docente" (Martínez, 2000 *apud* Amaya, 2018, p. 76, tradução nossa). Além desse eixo, sugere-se que, "se reconhecermos a presença de obstáculos, também pode ser possível reconhecer mobilizadores e dinamizadores" (Martínez, 2000 *apud* Amaya, 2018, p. 76, tradução nossa).

Figura 2 — Eixos DOC: Dinamizador, Obstáculo e Questionamento.

Fonte: Méndez (2021).

A contribuição de Martínez (2000 *apud* Amaya, 2018) permite compreender que a construção do CPP não é linear e que, pelo contrário, esse conhecimento é produto de tensões de diferentes ordens, que contribuem para o próprio desenvolvimento profissional.

Dessa forma, abordar o CPP, por meio dos Eixos DOC, "contribui para a compreensão da complexidade do conhecimento profissional, tanto em uma visão transversal [...]" (Martínez; Ibáñez, 2005; Rivera; García, 2014; Rivera; Lopes; Novas; Popova, 2021) quanto em uma ordem longitudinal (Ballenilla, 1992), ao longo do processo de prática de um futuro professor e durante um processo de formação com futuros professores de Física e Química (Solís, 2005 *apud* Amaya, 2018).

Amaya (2018) reconhece o trabalho realizado na Colômbia pelos grupos de pesquisa de Carmen Alicia Martínez Riveira, Edgar Valbuena e Andrés Perafán, a respeito do campo do conhecimento profissional (CPP, PCK, CDC, CDE, CDCB etc.), que, desde diferentes lugares, têm uma preocupação comum: o reconhecimento de um "saber profissional" que o professor produz em seu desenvolvimento profissional, que transcende o lugar de como se faz o ensino, para contribuir com a ideia de conhecimento que se produz e se válida na escola.

Por outro lado, Roncancio (2016), na elaboração de sua tese de doutorado, apresenta um resultado das necessidades de concretização de seu trabalho em Didática e ensino de Ciências, em confluência com sua vinculação como professor titular do Projeto Curricular da Licenciatura em Física da Universidade Distrital Francisco José de Caldas.

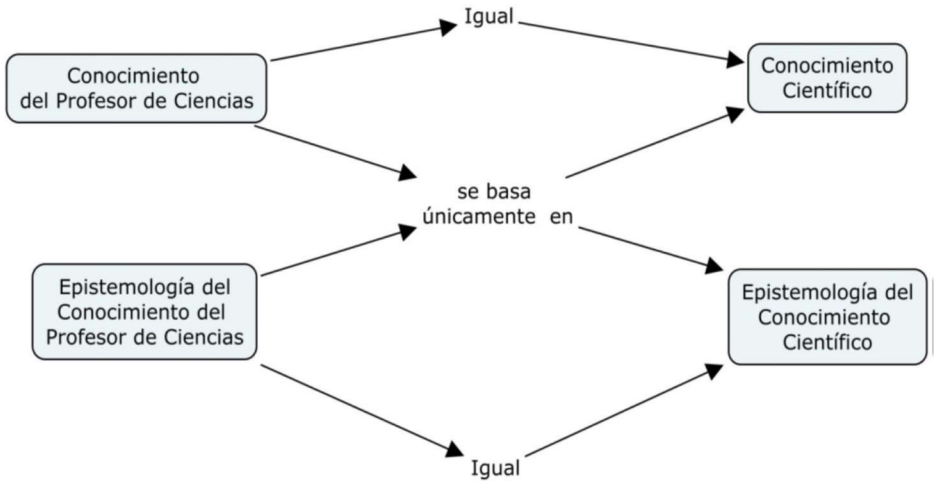
Roncancio (2016), nesse sentido, faz uma tese sobre a caracterização do Conhecimento Didático do Conteúdo, escolhendo o caso do ensino do conceito de campo elétrico, tendo em vista que é de grande importância tanto para os cursos da área de Física como para os cursos de formação didática, bem como, também, porque a pesquisa sobre o tema revela a necessidade de se continuar investigando alternativas didáticas para seu ensino e sua aprendizagem.

Ela também afirma que essa visão do professor como simples transmissor do conhecimento científico (Figura 3) ou como mediador passivo (epistemologicamente) entre o conhecimento científico e o conhecimento dos alunos baseia-se na consideração da inexistência de um conhecimento profissional diferenciado do professor de Ciências. Mas por que considerar que esse conhecimento existe? Qual é a utilidade disso? Além disso, por que considerar a experiência e a

opinião como fontes de conhecimento para os professores se, em vez de os ajudar, são um obstáculo epistemológico no cumprimento de suas funções?

Digamos, de início, que foi possível compreender a existência de uma série de conhecimentos que os professores conseguiram produzir, mesmo sem terem consciência disso (Perafán, 2004 *apud* Roncancio, 2016).

Figura 3 — Uma perspectiva epistemológica clássica sobre o conhecimento do professor de Ciências.



Fonte: Roncancio (2016, p. 22).

Diante disso, tem-se o conhecimento que é produto de si mesmo e que terá condições de produção, circulação e validação diferentes daquelas que as epistemologias clássicas propuseram para o que, tradicionalmente, se chamou de conhecimento científico ou conhecimento de disciplinas. Nessa mesma linha, vale reconhecer que os saberes que interagem no trabalho docente (pedagógico, didático, físico, matemático, psicológico) não necessariamente distinguem um saber profissional diferenciado do professor de Engenharia ou Engenharia Topográfica especificamente. Nesse sentido, esses saberes "[...] não o identificam como produtor de um determinado conhecimento, mas sim como reprodutor ou mediador do mesmo" (Perafán, 2012 *apud* Roncancio, 2016, tradução nossa).

Essa situação exige, portanto, uma revisão do conceito de "conhecimento acadêmico" do professor de Engenharia Topográfica. A docência mudou em meados da década de 1980, quando processos autocríticos permitiram o desenvolvimento do "programa" de pesquisa em direção a posições "menos racionalistas e mais antropológicas e filosóficas" (Reyes *et al*., 2014). Por um

lado, passamos da concepção do professor como decisor para a concepção do professor como profissional prático-reflexivo (Schön, 2017); de perguntas sobre as cognições do professor a perguntas sobre o conteúdo dessas cognições e sua relação com o ensino (Shulman, 1986; Ariza; García; García; Pozo, 1998). Em particular, Porlán e Rivero (1988 *apud* Roncancio, 2016, p. 24, tradução nossa) destacaram quatro aspectos a serem investigados no conhecimento do professor: "conhecimento acadêmico, roteiros e rotinas, conhecimento baseado na experiência e teorias implícitas".

Roncancio (2016), ainda, descreve como esses componentes se integram ou se relacionam, dependendo tanto da maturidade desse conhecimento quanto da necessidade de desenvolver uma síntese histórica própria, que os valide e que permita os tornar visíveis. Esse processo de reconhecimento de uma perspectiva individual do pensamento do professor também vem evoluindo para uma perspectiva sociocultural e ecológica (Barnett; Hodson, 2001). Entretanto, dado o interesse específico desta tese, nos concentraremos nas contribuições que surgiram da perspectiva do Conhecimento Didático do Conteúdo no contexto do conhecimento profissional do professor de Engenharia Topográfica no ensino de geotecnologias (IS).

2.4.2 Didática no ensino de Engenharia

Fazendo uma visão retrospectiva da presente pesquisa sobre o Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) de professores universitários no ensino de geotecnologias (IS) em Engenharia, foi necessária uma revisão exaustiva dos distintos trabalhos realizados em mestrados e doutorados de Ensino Superior em diferentes universidades da Colômbia, dos EUA, da Europa e da América do Sul, utilizando bases de dados variadas, como: SCIELO, ERIC, Biblioteca Digital Universidade Estadual de São Paulo (USP), LATINDEX, Revista Pedagogia e Conhecimento — Universidade Pedagógica Nacional (UPN) — e REDINED.

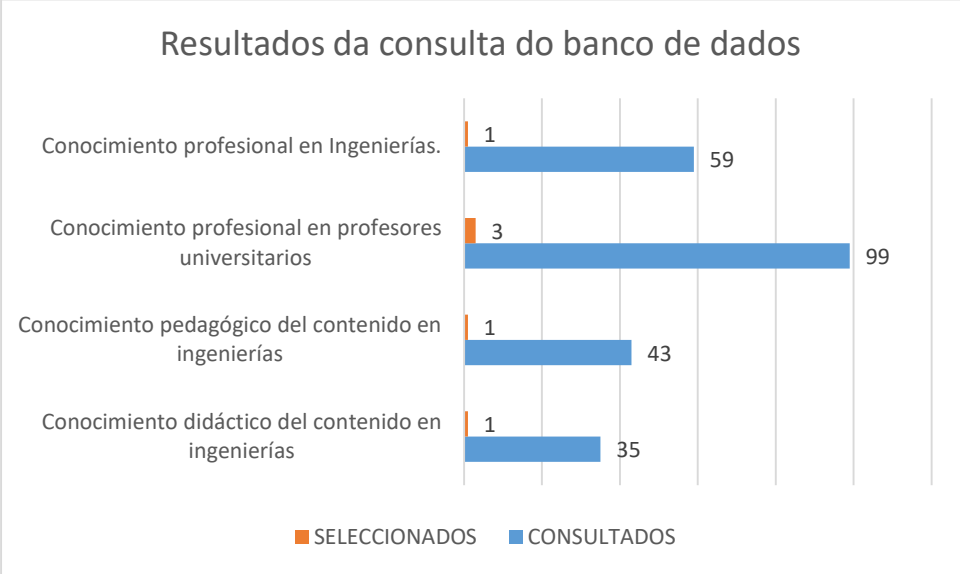
Os critérios utilizados para esta seleção foram com as palavras-chave: Conhecimento Didático do Conteúdo em Engenharia; Conhecimento pedagógico do conteúdo em Engenharia; Conhecimento profissional em professores universitários; Conhecimento profissional em Engenharia; Didático conhecimento de Engenharia conteúdo; Pedagógico conhecimento de engenharia conteúdo; Conhecimento profissional na universidade professores; Conhecimento profissional em Engenharia; Conhecimento conteúdo educacional de Engenharia; Conhecimento

pedagógico do conteúdo de Engenharia; Conhecimento profissional em professores universidade; conhecimento profissional em Engenharia.

Ademais, foram estabelecidos três idiomas de busca: espanhol, português e inglês, para dar maior validade e abrangência de pesquisa ao trabalho realizado. Por outro lado, foi definido um período de cinco anos, de 2019 a 2023 (ver Anexo A), utilizando, para isso, a metodologia de pesquisa documental descritiva, que se aproxima da pesquisa bibliométrica[1].

Foram pesquisados, nesse sentido, registros (teses de doutorado) com texto completo, para se ter maior confiabilidade das pesquisas apresentadas em cada base de dados. Cada pesquisa foi acessada com os seguintes resultados apresentados na Figura 4:

Figura 4 — Resultados das Bases de Dados consultadas com as palavras-chave.



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

De um total de 236 consultas, selecionamos apenas 6 (Anexo B), o que corresponde a 2,5% dos trabalhos relacionados ao nosso tema de pesquisa. Pelos motivos expostos, consideramos pertinente o nosso trabalho de investigação, tendo em conta que o conhecimento pedagógico dos professores universitários, especificamente dos professores de Engenharia, é praticamente mínimo

[1]Tem-se a importância dos estudos bibliométricos para a avaliação da atividade científica da pós-graduação e propõe-se indicadores para avaliar a produção científica no processo de formação acadêmica da pós-graduação (Solano *et al*., 2009).

e, se o fazemos ou realizamos especificamente no CDC, em Engenharia Topográfica ou geotecnologias com estudo em Imagem de Satélite (IS), é praticamente nulo — o que observamos no Anexo B, resumo das obras selecionadas na busca anterior.

Da revisão anterior, podemos concluir que, praticamente, não há estudo específico no Ensino Superior sobre a construção do CDC no ensino de geotecnologias (IS) nas Engenharias. Daí, a relevância desta tese.

2.4.3 Ensino de geotecnologias (Imagens de Satélite) em Engenharia Topográfica

Analisar o CDC dos professores de Engenharia Topográfica no ensino de geotecnologias (IS) na Universidade Distrital e, portanto, no ambiente universitário, a partir da trajetória profissional do aluno de tese na realização de sua especialização no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE — Brasil), seu mestrado em Sistemas Espaciais na Universidade Estadual Paulista (UNESP) e sua ampla experiência como professor titular na Universidade Distrital Francisco José de Caldas, nos projetos de Engenharia Cadastral e Geodésia e Engenharia Topográfica, é um dos objetivos desta pesquisa, ao estudar a formação desse conhecimento que os diferentes professores de Engenharia Topográfica desenvolveram, neste contexto, com um estudo de caso de 2 professores ao longo de sua trajetória profissional.

No caso particular do conhecimento de uma disciplina, como geotecnologias, especificamente IS, na qual um professor se especializou, é necessário modificar sua forma para que possa ser ensinada, de tal modo que o aluno possa a assumir facilmente, graças ao fato de o professor a ter tornado compreensível com a apropriação das dimensões do conhecimento descritas por Grossman, Wilson e Shulman (2005), como conhecimento de conteúdo, conhecimento substantivo, conhecimento sintático e crenças mantidas na disciplina.

3 QUADRO DE REFERÊNCIA

Esta pesquisa fundamenta-se no Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC), conceito originado nos trabalhos de Shulman (1986; 1987) e ampliado por modelos posteriores, como os de Grossman (1990), Magnusson, Krajcik e Borko (1999) e Park e Oliver (2008). O CDC é entendido como a integração dinâmica entre conhecimento disciplinar, pedagógico e contextual, essencial para a transformação do saber especializado em conhecimento ensinável. No contexto da Engenharia Topográfica, o estudo focaliza o ensino de geotecnologias, analisando como os professores articulam esses saberes na prática docente, utilizando o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008) como ferramenta heurística.

3.1 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico desta pesquisa está ancorado no Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC), originalmente proposto por Shulman (1986; 1987) como um conhecimento especializado que integra domínio disciplinar, pedagógico e contextual para transformar saberes complexos em conteúdos ensináveis. Essa abordagem foi ampliada por modelos como os de Grossman (1990), que consolidou quatro categorias de conhecimento docente, e Magnusson, Krajcik e Borko (1999), que destacaram componentes como orientações de ensino, currículo e estratégias avaliativas. Para esta tese, adota-se o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), que incorpora a "eficácia do ensino" como um sexto elemento, enfatizando a reflexão docente como eixo central da prática pedagógica. No contexto das geotecnologias na Engenharia Topográfica, o CDC é analisado como um constructo dinâmico, que articula conhecimentos técnicos (como Sensoriamento Remoto e SIG) com didáticas específicas, considerando as particularidades do espaço geográfico e suas representações (Santos, 2008; Matias, 2004). A lacuna identificada refere-se à escassa investigação sobre como os professores de Engenharia Topográfica desenvolvem e aplicam o CDC no ensino de Imagens de Satélite, evidenciando a necessidade de formação docente que supere abordagens fragmentadas e privilegie a integração teoria-prática.

3.1.1 Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC)

Em relação ao Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC), é importante destacar que essa categoria tem origem no programa de pesquisa de Shulman (Universidade do Texas, 1983), que o denomina Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CDC)[2], para o qual é apresentado um desenvolvimento conceitual. Posteriormente, são demonstrados os diferentes modelos sobre o CDC que foram construídos em relação a essa categoria. Por fim, esta seção finaliza-se com o local ou modelo teórico que sustenta esta tese de doutorado.

3.1.1.1 O paradigma perdido no ensino da pesquisa

A origem do CDC remonta a uma palestra que Shulman ministrou na Universidade do Texas, em Austin, durante o verão de 1983, intitulada como *O paradigma perdido no ensino de pesquisa* (Shulman, 1993). Esse paradigma acabou sendo "o pensamento do professor sobre o conteúdo da disciplina em estudo e sua interação com a didática" (Berry; Loughran; van Driel, 2008; Garritz, 2006; Garritz; Trinidad-Velasco, 2004). O que Shulman propôs foi concentrar a atenção no estudo do pensamento do docente sobre o ensino do conteúdo da disciplina. Para isso, é importante ter em mente que toda atividade educativa é sustentada por uma série de crenças e teorias implícitas que fazem parte do pensamento do professor e orientam suas ideias sobre o conhecimento, a construção de seu ensino e sua aprendizagem (Abell *et al*., 2008; Cochran-Smith; Lytle, 1990; Ariza; García; García; Pozo, 1998).

O CDC começou a ser usado como referencial teórico na formação de docentes de Ciências nos EUA logo após sua formulação inicial (Gess-Newsome; Lederman, 1995; Lederman; Gess-Newsome; Latz, 1994) e, hoje, quase um quarto de século depois, continua sendo considerado muito útil e com alta capacidade de uso potencial em pesquisas sobre desenvolvimento profissional de docentes (Abell *et al*., 2008).

---

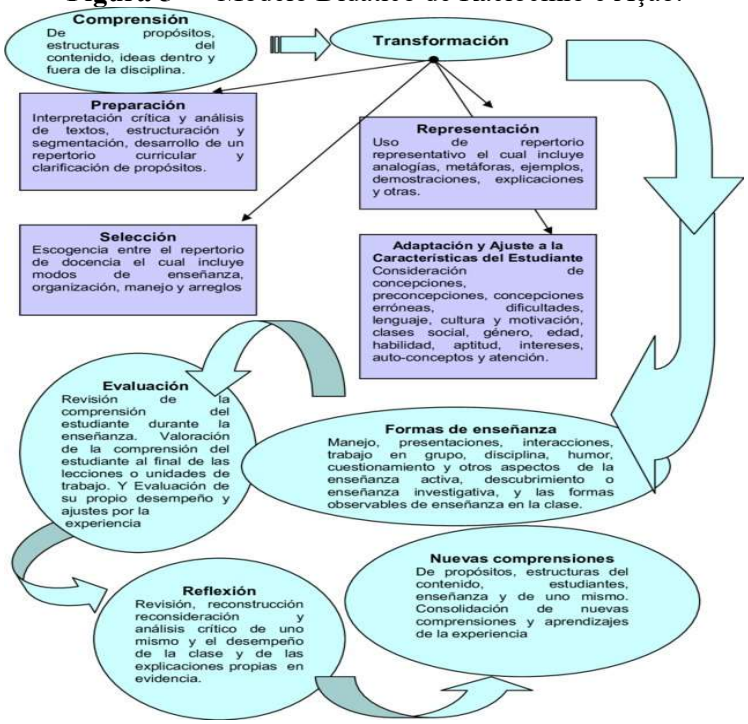
[2]"O Programa de Conhecimento Pedagógico do Conteúdo [...] tem origem na proposta de Shulman (1984) ao se referir às falhas nos estudos sobre cognição do professor e apontar que as deficiências desse campo de pesquisa estão em não elucidar 'a compreensão cognitiva do conteúdo do ensino pelos professores; e as relações entre essa compreensão e o ensino que os professores fornecem aos alunos' (Shulman, 1986 en Wittrock, 1997, p. 65)" (Roncancio, 2016, p. 24-25, tradução nossa).

O CDC inclui as conexões entre o conteúdo e o conhecimento didático do professor. Essa interação permite a transformação do conteúdo para ensino, ou seja, a transposição didática do conteúdo (Chevallard, 2007), que é o aspecto mais original da proposta de Shulman. Segundo García, Domínguez e Rodríguez (2016), Shulman (1987) também introduziu um *Modelo Didático de Raciocínio e Ação*, que foi caracterizado por Gudmunsdottir, posteriormente, ao estender o modelo para as Ciências Sociais, como uma teoria substantiva pela qual um professor:

> "pode transformar a compreensão, as habilidades para funcionar ou as atitudes e valores desejados em representações e ações de ensino". Da mesma forma, Shulman (1987) destacou que o próprio processo de ensino começa quando o professor parte de um planejamento reflexivo de sua atividade docente, desde os propósitos educacionais, a estrutura conceitual e as ideias da disciplina que vai ensinar, até o contexto educacional e, então, compreende plenamente o que deve ser aprendido por seus alunos (Gudmunsdottir, 1991 *apud* Acevedo; Ibarra, 2008, p. 34).

Por sua natureza processual, o *Modelo Didático de Raciocínio e Ação* exige do professor processos, em contínua reestruturação, de raciocínio sobre o conteúdo a ser ensinado, sendo um modelo dinâmico e cíclico de reflexão e ação docente (Acevedo; Ibarra, 2008) (Figura 5).

Figura 5 — Modelo Didático de Raciocínio e Ação.



Fonte: Proposta de Shulman, adaptado por Salazar (2005, p. 7).

Segundo Shulman (1987), a base de conhecimento de um professor para o ensino deve incluir pelo menos sete categorias diferentes de conhecimento:

a) conhecimento de conteúdo;
b) conhecimentos didáticos gerais;
c) conhecimento curricular;
d) conhecimento didático do conteúdo;
e) conhecimento de características, aspectos cognitivos, motivação etc. dos alunos;
f) conhecimento de contextos educacionais;
g) conhecimento de finalidades educacionais, valores e objetivos educacionais.

Esses sete tipos de conhecimento básico foram, posteriormente, redefinidos por Grossman (1990) — um colaborador de Shulman — em quatro grupos mais gerais:

a) conhecimentos didáticos gerais;
b) conhecimento de conteúdo;
c) conhecimento didático do conteúdo;
d) consciência do contexto — segundo alguns autores, uma noção mais inclusiva de CDC é melhor do que uma muito ampla (Hashweh, 2005).

Dos diferentes tipos de conhecimento mencionados, focamos no CDC, cujo estudo pode facilitar a compreensão de como um professor novato que "sabe um assunto", gradualmente, se torna um "mestre do assunto" (Clermont; Borko; Krajcik, 1994; García; Domínguez; Rodríguez, 2016; Mulholland; Wallace, 2005). O interesse pelo CDC se deve, sobretudo, ao fato de envolver um conjunto de conhecimentos que permite ao professor transpor o conteúdo de um determinado tema para o ensino, ou seja, fazer a transposição didática do conhecimento especializado de uma disciplina para o conhecimento escolar que é objeto de ensino e aprendizagem (Chevallard, 2007).

Para Shulman (1987, p. 8), o CDC representa "[...] a mistura entre conteúdo e didática por meio da qual chegamos a uma compreensão de como certos tópicos e problemas são organizados, representados e adaptados aos diversos interesses dos alunos e são apresentados para o ensino". Ou

seja, o CDC é uma combinação adequada entre o conhecimento da disciplina a ser ensinada e o conhecimento pedagógico e didático relacionado à forma de ensiná-la (García; Domínguez; Rodríguez, 2016).

Caso contrário, é preciso dar especial atenção à forma de definição e compreensão do conteúdo da disciplina a ser ensinada e da didática, bem como à relação entre ambas, conforme afirma Shulman (1993, p. 11): "[…] o ensino como transformação da compreensão [do conteúdo de uma disciplina] baseia-se na profundidade, qualidade e flexibilidade do conhecimento do conteúdo e na capacidade de fazer representações e reflexões poderosas sobre esse conhecimento".

Shulman primeiro distinguiu apenas dois componentes básicos do CDC — o conhecimento que um professor tem:

a) dos alunos como aprendizes;
b) sobre o ensino de disciplinas específicas.

O primeiro inclui o conhecimento detalhado das ideias prévias dos alunos sobre um tópico, as dificuldades que surgem na construção e aprendizagem de determinado conteúdo, bem como o interesse e a motivação que esses conteúdos podem despertar. Uma boa compreensão dos alunos permite ao professor interpretar melhor suas ideias e ações, para que ele possa organizar o ensino de forma mais eficaz, concentrando as estratégias de ensino em melhores representações do conteúdo.

Por outro lado, o conhecimento suficientemente detalhado de um tópico torna mais fácil para o professor antecipar os componentes e as relações entre os conteúdos que podem apresentar mais problemas de compreensão (Shulman, 1986; 1987; 1993). Um bom conhecimento da matéria ensinada significa saber que algo é do jeito que é, entender por que é e saber em que circunstâncias o conhecimento correspondente é válido: "Isso será importante nas decisões didáticas subsequentes que considerem a ênfase curricular" (Shulman, 1986, p. 9). Entretanto, uma compreensão completa do assunto será infrutífera se as opiniões dos alunos sobre seu conteúdo não forem levadas em consideração. Da mesma forma, a relação entre o conhecimento significativo e a seleção de estratégias de ensino deve considerar as diferenças entre os diversos assuntos que podem ser objeto de ensino e aprendizagem. Em contrapartida, cada disciplina tem uma dimensão didática que não está separada de seu conteúdo, por isso, é essencial deslocar a atenção de abordagens mais

genéricas para abordagens mais específicas do assunto na formação de professores, o que significa enfatizar a importância de uma didática específica nessa formação (Acevedo; Ibarra, 2008).

O uso de atividades de aprendizagem significativas — incluindo demonstrações, analogias, metáforas etc. — para ampliar a compreensão do conteúdo do tópico, depende das características do próprio conteúdo, do domínio que o professor tem sobre ele e do conhecimento prévio do tópico que os alunos têm. Entre outras coisas, essas atividades podem ajudar os alunos a relacionar suas ideias anteriores com as novas informações recebidas e, dessa forma, desenvolver novas ideias mais adequadas. Da mesma forma, esse conhecimento também permite que os professores sejam mais fluentes em seu discurso e identifiquem aplicações do tópico que se conectam com a vida cotidiana de seus alunos (Gess-Newsome, 1999).

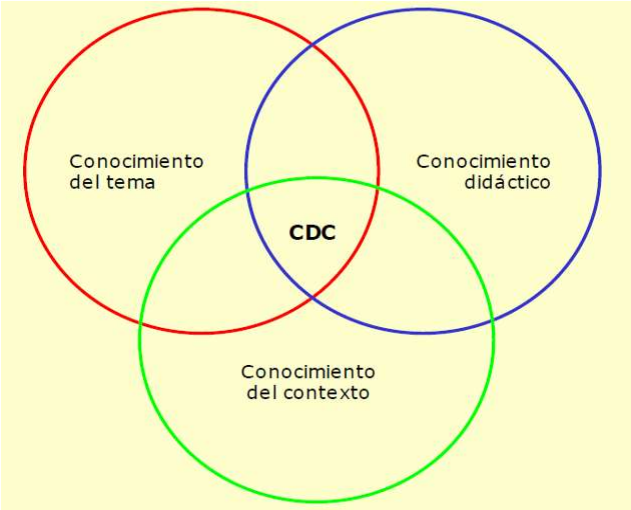
Posteriormente, segundo Acevedo e Ibarra (2008), como resultado da pesquisa que realizou, Grossman (1990) concluiu que os componentes do CDC envolvem, também, o conhecimento do currículo e do contexto de aprendizagem, além do conhecimento sobre os alunos e as estratégias de ensino. O principal valor do CDC está na capacidade do professor de integrar todos esses componentes, já que o CDC deve ser entendido de forma holística.

Alguns anos mais tarde, Gess-Newsome (1999) desenvolveu dois modelos teóricos para tentar explicar a formação do CDC:

a) o modelo integrativo;
b) o modelo transformador.

O primeiro modelo (Figura 6) considera o CDC como resultado da intersecção entre didática, conteúdo e contexto.

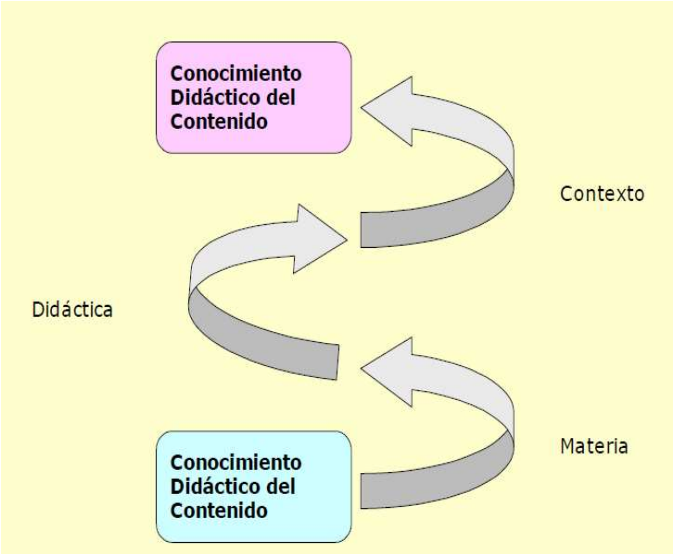
Figura 6 — Modelo integrativo CDC.



Fonte: Gess-Newsome (1999 *apud* Acevedo-Díaz, 2009, p. 28).

Ao contrário, o segundo modelo vê o CDC como o resultado de uma transformação do conhecimento didático, do conteúdo da disciplina e do contexto (Figura 7).

Figura 7 — Modelo Transformativo CDC.



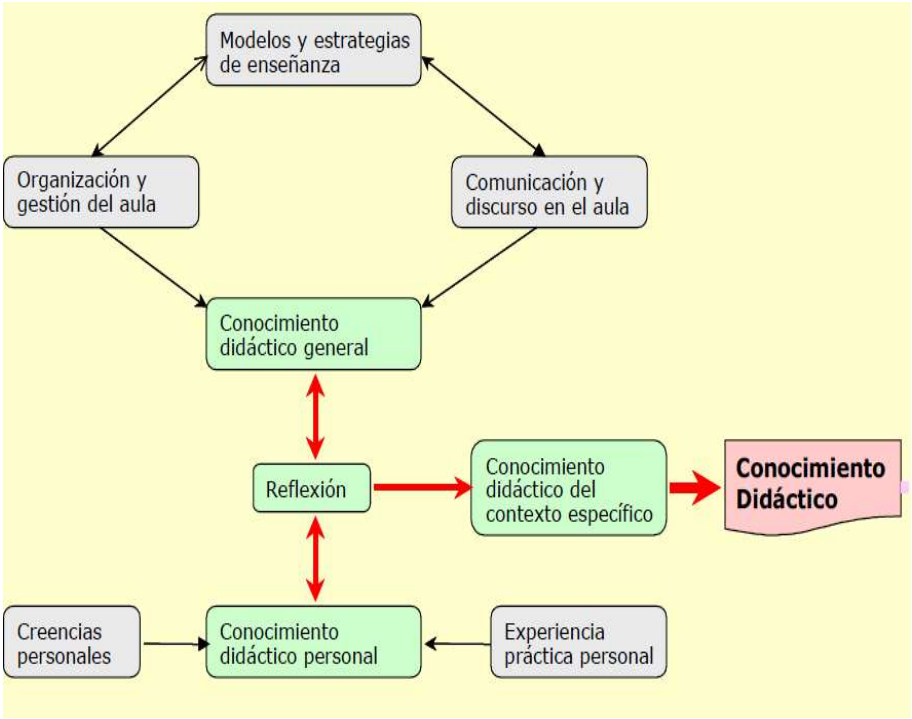
Fonte: Gess-Newsome (1999 *apud* Acevedo-Díaz, 2009, p. 27).

Para Gess-Newsome (1999), ambos os modelos representam os extremos de um *continuum*, no qual o modelo integrativo expressa um arcabouço onde o conhecimento sobre o assunto, a

didática e o contexto podem ser desenvolvidos separadamente para serem integrados, posteriormente, na ação docente; enquanto o modelo transformativo não trata tanto do desenvolvimento desse conhecimento, mas de como ele é transformado em CDC na prática docente, como um conhecimento-base para o ensino. Ambos os modelos são um bom ponto de partida para analisar os planos de formação de professores, sejam eles iniciantes ou aqueles com alguma experiência de ensino (Nilsson, 2007; 2008 *apud* Acevedo-Díaz, 2009).

Morine-Dershimer e Kent (1999) discutiram as fontes de conhecimento didático e CDC. A Figura 8 mostra um diagrama das relações entre as diversas facetas do conhecimento didático, que é um dos elementos do CDC.

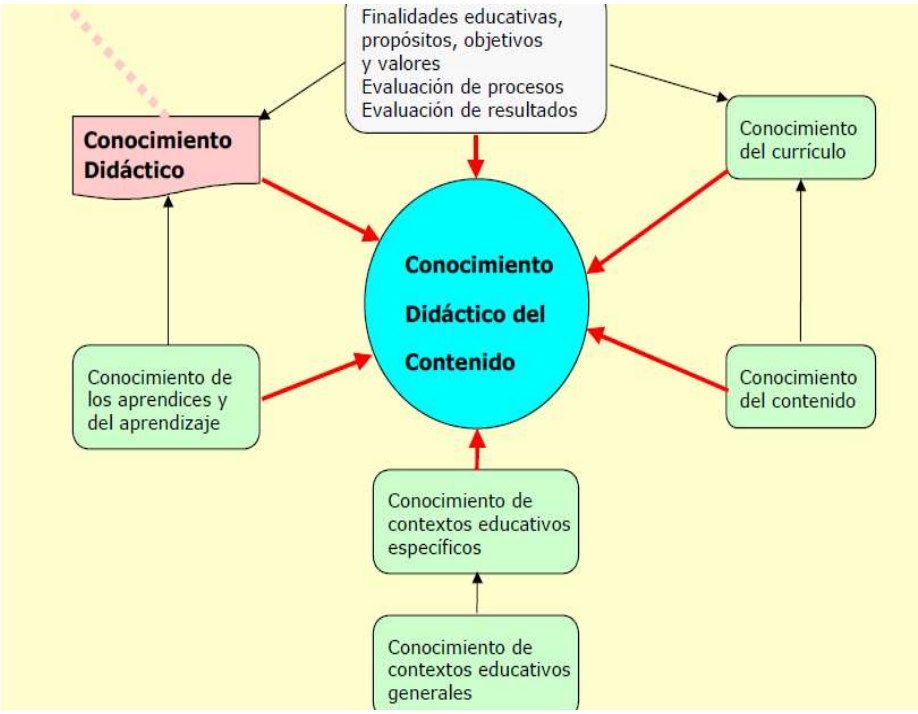
Figura 8 — Várias facetas do conhecimento didático.



Fonte: Morine-Dershimer e Kent (1999 *apud* Acevedo-Díaz, 2009, p. 28).

Ademais, as relações mútuas entre os diferentes tipos de conhecimento que compõem o CDC podem ser vistas no diagrama da Figura 9.

Figura 9 — Tipos de conhecimento que contribuem para o CDC.



Fonte: Morine-Dershimer e Kent (1999 *apud* Acevedo-Díaz, 2009, p. 28).

No campo da educação científica, Magnusson, Krajcik e Borko (1999) também delinearam as principais características do CDC. Com base no modelo de Grossman (1990), eles propõem cinco componentes do CDC na forma de conhecimento e crenças sobre:

a) finalidades e objetivos que se pretendem com o ensino das Ciências, que os autores denominam orientações de ensino;
b) currículo;
c) avaliação;
d) compreensão dos alunos sobre tópicos científicos;
e) estratégias de ensino.

Pode-se observar, diante disso, certa semelhança entre esses componentes do CDC e os aspectos apontados por Morine-Dershimer e Kent (1999). Em ambos os casos, destaca-se a importância do conhecimento da avaliação, dos alunos, do currículo e das estratégias de ensino.

Nesse sentido, como em outras didáticas específicas, o CDC é usado no ensino de Ciências, por um lado, como um modelo para descrever e interpretar a maneira como os professores iniciantes e em formação aprendem a interpretar e transformar o conteúdo de um tópico em significados compreensíveis para um grupo de alunos na sala de aula (van Driel; Verloop; De Vos, 1998). Por outro lado, embora o CDC pareça ser idiossincrático para cada professor, várias investigações sobre o CDC de professores de Ciências defendem a possibilidade de fazer algumas generalizações potencialmente úteis para a formação de outros professores de Ciências (Garritz, 2006; Loughran; Berry; Mulhall, 2012; Mulhall; Berry; Loughran, 2003; van Driel; Verloop; De Vos, 1998).

3.1.1.2 Três décadas de evolução

A noção de CDC definida por Shulman (1986; 1987) e elaborada por muitos estudos evoluiu nas últimas três décadas como resultado das contribuições acadêmicas de muitos pesquisadores, como:

a) Hashweh (1987);
b) Tamir (1988);
c) Grossman (1990);
d) Gess-Newsome (1999);
e) Marks (1990);
f) Magnusson, Krajacik e Borko (1999);
g) Loughran *et al*., 2001;
h) Park e Oliver (2008);
i) Lee e Luft (2008);
j) Kind (2015);

Após quase três décadas, mesmo após pesquisas substanciais sobre o conhecimento dos professores de Ciências, a noção de CDC introduzida por Shulman (1986; 1987) ainda não alcançou uma definição clara e consensual entre os pesquisadores (Abell *et al*., 2008; Berry; Loughran; van Driel, 2008).

O constructo CDC tem sido usado de forma inconsistente e muitos de seus aspectos têm sido negligenciados (Abell *et al*., 2008). De acordo com Berry, Loughran e van Driel (2008), o constructo se tornou tão sedutor por sua utilidade potencial em programas de treinamento de professores que a pesquisa sobre CDC ignorou principalmente o seu esclarecimento cuidadoso. Portanto, "o constructo do CDC não impactou positivamente a avaliação dos professores de ciências sobre seu conhecimento e prática profissional, o que é uma grande preocupação para uma profissão tão importante" (Berry; Loughran; van Driel, 2008, p. 1272).

A pesquisa sobre professores de Ciências do CDC concentrou-se em:

a) compreendendo a construção do CDC;
b) estudar ou avaliar o CDC de professores de Ciências para o ensino de diversas áreas e tópicos do currículo.

Nesse sentido, a pesquisa sobre o constructo CDC abrange diversas partes constituintes nele incluídas, chamadas de categorias de conhecimento do professor, como conhecimento de conteúdo, conhecimento curricular e conhecimento de objetivos. Ele também abrange as conexões entre essas categorias de conhecimento do professor que representam o constructo CDC como uma estrutura ou modelo conceitual — por exemplo, Hashweh (2005), Magnusson, Krajacik e Borko (1999) e Park e Oliver (2008) —, levando a diversas conceituações de CDC.

Além disso, dentro do conjunto de pesquisas sobre o constructo CDC, os pesquisadores concentraram-se em várias áreas temáticas do currículo e nas origens dos professores, mas não as distinguiram suficientemente. Pelo contrário, pesquisas sobre levantamento, avaliação e medição têm se concentrado, principalmente, em categorias selecionadas de conhecimento do professor sobre CDC, a fim de entender como os professores de Ciências desenvolvem ou usam essas categorias no ensino de um tópico científico específico. Entretanto, essa linha de pesquisa deu origem à ideia de CDC de Ciência Específica de Tópico, sem considerar um lugar de TSCDC de Tópico Específico dentro do construto mais amplo do CDC. Isso resultou em uma ampliação da lacuna entre as duas áreas de pesquisa.

A natureza específica do tópico CDC tem sido parte de muitas considerações sobre o CDC científico (Kind, 2015; Loughran *et al*., 2001; Loughran; Mulhall; Berry, 2004; Park; Oliver, 2008; van Driel; Verloop; DeVos, 1998). Apesar de amplas discussões, os modelos do CDC não se

concentraram, explicitamente, em um tópico específico. Os debates recentes sobre esse conceito reforçaram a natureza específica do assunto do CDC científico, com alguns acadêmicos na área de Educação Científica propondo modelos de CDC específicos do assunto (TSCDC) (Azam, 2019) e preferindo chamar sua conceituação, estritamente, de CDC específico do assunto (TSCDC).

Recentemente, o Modelo de Consenso do CDC (CM), desenvolvido como resultado da cúpula do CDC, considerou-o como conhecimento específico do assunto dentro do conhecimento profissional específico do assunto (TSPK) (Gess-Newsome, 2015). No entanto, não está claro como esses dois estão conectados. Além disso, há uma necessidade de descomprimir o TSPK e o TSCDC, para que uma melhor compreensão da ciência do CDC seja alcançada.

Diante disso, portanto, segundo Azam (2019), o constructo do CDC carece de clareza tanto estrutural quanto filosoficamente. A natureza do conhecimento pedagógico do conteúdo é menos delineada.

3.1.1.3 Evolução na construção do CDC

Quando Shulman (1986) introduziu o termo "conhecimento de conteúdo instrucional", ele considerou o CDC como uma subcategoria do conhecimento de conteúdo, mas, logo depois, rejeitou essa ideia em seu artigo de 1987, "Conhecimento e Ensino: Justificativa para a Nova Reforma", e redefiniu o CDC como uma categoria distinta de conhecimento do professor, definindo-o como "um amálgama especial de conteúdo e pedagogia que é exclusivamente da competência dos professores, sua própria maneira especial de compreensão" (Shulman, 1987, p. 8). Ele reconsiderou o CDC como um:

> corpo distinto de conhecimento para o ensino que representa a mistura de conteúdo e pedagogia em uma compreensão de como tópicos, problemas e questões particulares são organizados, representados e adaptados à população diversificada de alunos e apresentados para instrução (Shulman, 1987, p. 8).

O autor também afirmou que o conhecimento dos professores sobre o ensino é focado em tópicos individuais, referindo-se ao CDC como conhecimento específico da disciplina. No entanto, dois equívocos sobre o CDC prevaleceram:

a) se o CDC é um conhecimento genérico ou específico do tópico;
b) se o CDC deve ser considerado uma transformação do conhecimento sobre o assunto. (Hashweh, 2005).

Após três décadas de discussão, o CDC começou a atingir sua natureza específica de assunto. Todavia, algumas pesquisas sobre o CDC persistem em usar a visão inicial e a definição de CDC de Shulman como um tipo de conhecimento de conteúdo ou transformação de conhecimento de conteúdo.

Quando Shulman conceituou o CDC em 1986, ele se referiu apenas ao conhecimento da compreensão dos alunos e às estratégias de ensino (que ele, inicialmente, chamou de representações) como os componentes fundamentais do CDC. Esses dois componentes sido o foco principal da pesquisa sobre o CDC dos professores de Ciências e chegou-se a um consenso de que esses eles são parte constituinte do CDC científico (Berry; Loughran; van Driel, 2008).

Pesquisas e debates subsequentes sobre o CDC exploraram as categorias de conhecimento do professor que moldam o CDC dos professores em várias áreas curriculares, levando à inclusão de outras categorias de conhecimento do professor (componentes) na definição de CDC (Grossman, 1990; Loughran *et al*., 2001; Magnusson; Krajcik; Borko (1999); Tamir, 1988). Muitos pesquisadores levantaram questões sobre a concepção e a estrutura do CDC e suas contribuições críticas introduziram diversas expansões a esse constructo, incluindo novas categorias de conhecimento.

Nesse sentido, a Tabela 1 fornece um resumo da pesquisa sobre o desenvolvimento e a compreensão desse constructo, mostrando várias categorias de conhecimento consideradas incluídas no CDC por diferentes acadêmicos. Esta análise da pesquisa sobre as expansões do CDC nas últimas três décadas aponta para vários problemas, como:

a) inconsistência dos tipos de categorias de conhecimento dentro do CDC;
b) conhecimento do assunto conhecimento (SMK) dentro do CDC, enquanto poucos o mantiveram fora do constructo.

Tabela 1 — Resumo da pesquisa em destaque sobre o desenvolvimento e a compreensão do CDC[3].

Scholar(s)	Year	Orientation to Teaching Science	Subject Matter Knowledge	Knowledge of Student understanding	General Pedagogical Knowledge	Knowledge of Instructional Strategies	Knowledge of Curriculum	Knowledge of Goals	Knowledge of Assessment	Knowledge of Resources	Knowledge of Contexts	Media for Instruction
		OTS	CK	KS	PK	KIS	KC	KG	KA	KR	KCon	
Shulman	1986		X	X		X						
Shulman	1987		X	X		X	X	X	X			
Tamir	1988			X								
Grossman	1989			X		X	X	X				
Marks	1990		X	X		X						X
Cochran et al.	1993		X	X		X					X	
Carlson	1999			X		X	X	X				
Magnusson et al.	1999	X		X		X	X		X			
Gess-Newsome	1999		X	X								
Veal & MaKinster	1999		X	X								
Morine-Dershimer & Kent	1999		X	X		X		X	X		X	
Loughran et al.	2001		X	X		X						
Hashweh	2005		X	X		X	X	X		X	X	
Park & Oliver	2006	X		X		X	X		X			
Lee & Luft	2008		X	X		X	X	X	X	X		
Abell	2008	X		X		X	X	X	X			
Rollnick, Bennett, Rhemtula, & Ndlovu	2008		X	X	X		X					
Kind	2015		X	X	X		X		X			

Fonte: Azam (2019).

Apesar de um desacordo geral sobre os tipos de categorias de conhecimento do professor incluídas no CDC, chegou-se a um acordo para algumas delas, que incluem o conhecimento da compreensão dos alunos e o conhecimento das estratégias de ensino (Abell *et al*., 2008; Berry; Loughran; van Driel, 2008). Da mesma forma, acadêmicos na área do CDC estão divididos sobre o papel do SMK nele. No entanto, a compreensão do conhecimento do conteúdo tem sido considerada útil para o desenvolvimento do CDC dos professores de Ciências (Abell *et al*., 2008; Kind, 2015). Pesquisadores que consideraram o conhecimento de conteúdo (CK) incluído no CDC (Hashweh, 2005; Loughran *et al.*, 2001) concentraram-se na integração de várias categorias de conhecimento, incluindo CK, para se tornar o CDC dos professores de Ciências.

Nas últimas três décadas, acadêmicos descreveram sua compreensão do constructo teórico CDC e introduziram muitos modelos dele. Um estudo de Grossman (1990), acerca a compreensão dos professores de inglês sobre o desenvolvimento do CDC, forneceu um modelo estendido que

[3]Legenda da tabela: Orientação ao Ensino de Ciências (OTS); Conhecimento do assunto (CK); Conhecimento da compreensão do aluno (KS); Conhecimento Pedagógico Geral (PK); Conhecimento de estratégias instrucionais (KIS); Conhecimento do currículo (KC); Objetivo Conhecimento (KG); Avaliação de Conhecimento (KA); Conscientização sobre recursos (KR); Consciência de contexto (Kcon); Meios de Instrução.

retratou o seu incremento. Grossman desenvolveu esse modelo revisando a literatura sobre CDC e usando-a para organizar o CDC de seus professores de inglês participantes. Dentro dele, ela incluiu:

a) conhecimento dos objetivos;
b) conhecimento da compreensão dos alunos;
c) conhecimento de estratégias de ensino;
d) conhecimento curricular.

Grossman também tentou desenvolver vínculos entre o CDC e outros tipos de conhecimento do professor, incluindo conhecimento do assunto, conhecimento pedagógico geral e conhecimento de contextos, para caracterizar o desenvolvimento desse constructo. Da mesma forma, um estudo de pesquisa realizado por Marks (1990), sobre o CDC dos professores de Matemática, resultou em outro modelo que incluía novas categorias de conhecimento do professor. Segundo Marks (1990), o CDC é composto por quatro categorias de conhecimento:

a) conhecimento do assunto;
b) conhecimento da compreensão dos alunos;
c) meios para instrução no assunto;
d) processos instrucionais para o assunto.

Ele identificou a necessidade de esclarecer o conceito do CDC e recomendou fortemente expandi-lo para desenvolver uma imagem clara e abrangente dessa noção em diferentes áreas disciplinares. Cochran, DeRuiter e King (1993), por sua vez, tentaram ver o conhecimento do professor à luz do construtivismo. Eles sugeriram um novo título para o constructo — conhecimento pedagógico do conteúdo (CDCg) — e ofereceram um modelo para representá-lo. De acordo com sua proposta, o CDC é o resultado da integração de quatro outros tipos de conhecimento:

a) conhecimento do assunto;
b) conhecimento de pedagogia;
c) conhecimento dos alunos;

d) conhecimento de contextos.

Como resultado do desenvolvimento do conceito do CDC, esses quatro aspectos do conhecimento também são transformados.

Especificamente para a Educação Científica, Carlsen (1999) propôs a primeira conceituação teórica do CDC dos professores de Ciências. Ele o apresentou na forma de um modelo visual em um livro editado de referência sobre Educação Científica e conhecimento pedagógico de conteúdo — *Examining Pedagogical Content Knowledge: The Construct and Its Implications* (Gess-Newsome; Lederman, 1999). O autor usou e modificou o modelo CDC de Grossman (1990) para projetar uma proposta que descrevesse o CDC para o ensino de Ciências.

Por sua vez, Magnusson, Krajcik e Borko (1999) conduziram uma extensa revisão de literatura sobre o CDC e propuseram outra conceituação teórica para o ensino de Ciências. Seu modelo visual de ciência do CDC forneceu uma visão ampliada do conhecimento pedagógico do conteúdo dos professores dessa área, incluindo cinco componentes de conhecimento conectados de uma maneira hierárquica específica:

a) orientação para o ensino de ciências;
b) conhecimento e crenças sobre o currículo de ciências;
c) conhecimento e crenças sobre a compreensão dos alunos sobre tópicos científicos específicos;
d) conhecimento e crenças sobre estratégias de ensino para o ensino de ciências;
e) conhecimento e crenças sobre avaliação científica.

Magnusson, Krajcik e Borko (1999) também descreveram as conexões entre esses cinco aspectos do conhecimento e forneceram uma descrição mais detalhada de cada um deles. Park e Oliver (2006) e Lee e Luft (2008) demonstraram algumas evidências empíricas para suas respectivas expansões de ideias sobre o CDC dos professores de Ciências. Park e Oliver (2006), ainda, identificaram cinco componentes do conhecimento do CDC na literatura e desenvolveram um modelo teórico em forma de pentágono.

Os cinco componentes de conhecimento incluídos em seu modelo do pentágono são os mesmos identificados por Magnusson, Krajcik e Borko (1999), mas não são classificados

hierarquicamente. No modelo de Park e Oliver (2006), o CDC está localizado no centro do Pentágono, enquanto os cinco aspectos do conhecimento estão nos cinco cantos. Sua pesquisa aprofundada sobre três professores de Química os ajudou a desenvolver ainda mais seu modelo teórico de CDC, adicionando um novo componente, a eficácia do professor, com base em sua pesquisa. Eles converteram, então, seu modelo de pentágono em um modelo hexagonal, com o CDC no centro e seis componentes nos seis cantos. Com isso, os autores também exploraram novas dimensões do CDC, ao incluir os papéis das classificações dos professores, suas idiossincrasias e suas reflexões: especificamente, reflexão na ação e reflexão sobre a ação.

Lee e Luft (2008) estudaram o CDC a partir da perspectiva de quatro experientes professores de Ciências, usando uma abordagem de estudo de caso. Eles identificaram sete componentes de conhecimento que contribuem para o CDC científico desses professores da área:

a) conhecimento da ciência;
b) conhecimento de objetivos;
c) conhecimento dos alunos;
d) conhecimento da organização do currículo;
e) conhecimento de estratégias de ensino;
f) conhecimento de avaliação;
g) conhecimento de recursos.

Além disso, Lee e Luft (2008) identificaram elementos específicos dentro desses sete aspectos do conhecimento. Seus esforços para representar o CDC de professores de Ciências individuais resultaram em representações gráficas do CDC exclusivo de cada professor (Lee; Luft, 2008) e nenhum CDC científico único foi apresentado de modo que representasse um único visual. Um resumo de várias conceituações do constructo CDC é visto na Tabela 2.

Tabela 2 — Resumo dos destaques da pesquisa sobre o desenvolvimento e a compreensão do CDC.

Acadêmico(s)	Ano	Visual	Teórico	Empírico	Observações
Shulman	1986		x	x	Desenvolveu uma visão baseada em pesquisa do CDC.
Shulman	1987		x	x	Visão ampliada do CDC com base em pesquisas.
Tamir	1988		x		Discutiu um modelo de CDC baseado na literatura.
Grossman	1990	x	x	x	Ele desenvolveu uma estrutura teórica para sua pesquisa sobre CDC que se tornou popular como um modelo de conhecimento de ensino/CDC.
Marks	1990	x		x	Desenvolveu um modelo empírico do CDC.
Cochran e outros	1993	x	x		Propôs um modelo CDC com base na literatura.
Carlson	1999	x	x		Ele propôs um modelo científico do CDC, uma modificação do modelo Grossman.
Magnusson e outros	1999	x	x		Ele propôs um modelo científico do CDC, baseado na literatura.
Gess-Newsome	1999	x	x		Com base na literatura, foram desenvolvidos dois modelos paralelos de CDC: integrativo *versus* transformativo.
Vitela e MaKinster	1999	x	x		Com base na teoria da taxonomia do CDC: CDC específico do assunto e CDC específico da disciplina.
Loughran e outros	2001				Nova forma de representar a ciência CDC: CoRes e Pap-eRs.
Hashweh	2005	x	x	x	Modelo baseado em uma nova análise de sua pesquisa e teoria mesclada.
Park e Oliver	2006	x		x	Modelo teórico do CDC e empiricamente validado e modificado.
Lee e Luft	2008	x		x	Vários modelos de professores individuais que surgiram de sua pesquisa.
Abel	2008		x		Modelo modificado de Grossman (1990) e Magnusson *et al*. (1999).
Gess-Newsome	2015	x	x		Modelo resultante do Consenso da Cúpula do CDC.

Fonte: Azam (2019).

Além de incluir novos componentes de conhecimento no CDC, os pesquisadores também tentaram tornar explícitas as relações entre esses componentes de conhecimento e descobriram que "os limites do CDC são confusos" (Mulhall; Berry; Loughran, 2003). Anteriormente, em 1998, Gess-Newsome e Lederman referiram-se a limites difusos semelhantes, usando a analogia de um "gás ideal" para ajudar a argumentar que é difícil entender, explicitamente, o papel dos componentes de conhecimento individuais dentro do CDC. No entanto, eles afirmaram que estudar esses componentes individuais pode ajudar a entender a construção do CDC. Esse argumento, enfim, levou à importância de se compreender todos os componentes do conhecimento do CDC dos professores de Ciências para explorar como esses componentes individuais do conhecimento são organizados no CDC geral dos professores de Ciências, o que pode ajudar a entender o constructo do CDC.

3.1.1.4 Indicadores do CDC

O conhecimento de conteúdo (CC) tornou-se uma forma de entender a relação complexa entre os diferentes componentes e conhecimentos necessários para ensinar. Para caracterizar esse tipo de conhecimento, foram elaborados diversos instrumentos, a maioria dos quais utilizados em pesquisas descritivas baseadas em metodologias qualitativas; entretanto, nenhum deles concentra-se no ensino de geotecnologias na Universidade Distrital.

As revisões realizadas por Abell *et al*. (2008), van Driel, Berry e Meirink (2014) e Neumann, Kind e Harms (2019) sobre o CDC mostram a natureza complexa que vincula sua construção, bem como também destacam os diferentes usos que foram dados ao conceito nas pesquisas e as metodologias utilizadas para caracterizá-lo. Neumann, Kind e Harms (2019) referem-se, nesse contexto, a como a conceptualização do CDC foi descrita a partir de uma perspetiva transformadora e integrativa.

Da perspectiva transformadora, o CDC é visto como um amálgama de conhecimento (Berry; Loughran; van Driel, 2008) desenvolvido por meio da transformação de conteúdo disciplinar em conteúdo para ensino. Já de uma perspectiva integrativa, o CDC é uma nova construção, distinta do conhecimento pedagógico ou disciplinar. Inclui vários componentes que, por sua vez, representam diferentes aspectos do amálgama e constituem o conhecimento que os professores desenvolvem e aprendem durante sua formação. Lee e Luft (2008) sugerem que ambos

os modelos de CDC não são contraditórios, mas, sim, tipos diferentes de CDC que os professores podem manter simultaneamente e desenvolver ao longo do tempo.

Por sua vez, Gess-Newsome *et al*. (2019) inclui características das perspectivas integrativa e transformadora no modelo de consenso do CDC. Esse modelo combina recursos de configurações anteriores do CDC em uma estrutura de fluxograma de multicamadas. Além disso, a proposta inclui três novos elementos — fatores que influenciam, potencializam ou filtram o CDC:

a) fatores que atuam como lentes;
b) conhecimento profissional do conteúdo específico;
c) a prática em sala de aula como um domínio que contém o CDC, que influencia o desempenho dos alunos.

O modelo Gess-Newsome apresenta dois tipos de conhecimento que são integrados e transformados durante as práticas em sala de aula. O primeiro deles, chamado conhecimento básico, inclui:

a) conhecimento sobre avaliação;
b) conhecimento pedagógico;
c) conhecimento de conteúdo;
d) conhecimento dos alunos;
e) conhecimento do currículo.

O segundo, denominado conhecimento profissional específico do conteúdo (CPCE), vincula a experiência e o conhecimento acadêmico sobre o conteúdo ensinado para um determinado nível ou série. Da mesma forma, inclui estratégias de ensino, representações de conteúdo e compreensão dos alunos sobre o ensino de conteúdo específico. No modelo de consenso do CDC, o conhecimento fundamental durante o ensino é transformado em CDC.

O conhecimento básico influencia o conhecimento específico do conteúdo e o CPCE é um indicador do CDC pessoal, que é afetado pelo contexto da sala de aula e por vários amplificadores e filtros que reconhecem tanto a relevância dos aspectos afetivos no desenvolvimento quanto a eficácia do conhecimento profissional dos professores.

Entretanto, o modelo de consenso não indica, explicitamente, o que o CDC pode incluir. Para Melo *et al*. (2022), o CDC é um ponto de encontro entre os conhecimentos que o professor adquire por meio de sua formação, experiência e prática em sala de aula (Melo; Cañada; Mellado, 2017). É, dessa forma, um conhecimento dinâmico com estrutura, fontes, componentes, natureza e filtros próprios, que se tornou uma forma de compreender a relação complexa entre os diferentes componentes e conhecimentos necessários ao ensino. Dada a sua complexidade, Melo *et al*. (2022) consideram, então, que o CDC requer múltiplos instrumentos para sua caracterização.

3.1.1.5 Instrumentos na caracterização do CDC

Nas diversas investigações do CDC, é comum encontrar diferentes fontes de coleta de dados, como entrevistas, mapeamento conceitual, observações em sala de aula, questionários, testes de papel e lápis, planejamento, rubricas, entre outros. Em todos eles, considerar os componentes do CDC como um conjunto discreto foi fundamental para estabelecer as diferentes ferramentas para sua caracterização.

Melo *et al*. (2022), destacam as contribuições de Johnston e Ahtee (2006), em que são triangulados os resultados de entrevistas e questionários e as reflexões suscitadas por videoclipes sobre o ensino de conceitos físicos, ao caracterizar atitudes em relação ao ensino de Física como parte de um trabalho descritivo sobre o CDC com futuros professores do Ensino Fundamental. O questionário desenvolvido por Kirschner *et al*. (2016) também é um ponto de referência. Ainda, tem-se Kirschner *et al*. (2016) para medir o desenvolvimento do CDC de dois professores de Física do Ensino Médio, em serviço e em atividade. Esse questionário de 15 itens, em sua maioria, abertos, focou especificamente em conteúdo relacionado ao ensino de Mecânica e Física em geral. Por sua vez, Liepertz e Borowski (2019), além de utilizarem esse instrumento, incluíram gravações das aulas ministradas e questionários aos alunos sobre os conteúdos visualizados. No entanto, eles concluíram que a interconexão da estrutura do conteúdo planejado com as atividades em sala de aula não é direta, embora existam aspectos do CDC que influenciam a aprendizagem dos alunos, como a interconexão que o professor promove com o conteúdo que ensina.

Uma nova contribuição, do ponto de vista metodológico, está incluída nos trabalhos desenvolvidos por Jang e Chen (2010) e Halim, Abdullah e Meerah (2014). Esses pesquisadores elaboraram um questionário de escala do tipo Likert para medir o CDC da perspectiva dos alunos.

O questionário de Jang e Chen (2010), destinado à população universitária, continha um total de 28 itens, enquanto o de Halim, Abdullah e Meerah (2014), formulado para o Ensino Médio, incluiu 56 itens. Nesse último estudo, os alunos sentiram que os professores deveriam ser capazes de ativar um CDC diferente para cada aluno para facilitar seu aprendizado.

Chan, Rollnick e Gess-Newsome (2019) analisam, em seu estudo, diferentes rubricas utilizadas para caracterizar o CDC de professores de Ciências. Utilizando o modelo de consenso do CDC como orientador, eles propõem o desenho de uma rubrica genérica que pode ser personalizada de acordo com as características dos participantes e o conteúdo a ser ensinado.

Ademais, um dos instrumentos mais utilizados para caracterizar o CDC foi o desenvolvido por Loughran, Berry e Mullhal (2004), denominado de Representação de Conteúdos (ReCo). O objetivo geral do ReCo é auxiliar os professores e capacitá-los a codificar seus conhecimentos no ensino. Nava e Díaz (2019) utilizaram o ReCo para operacionalizar as variáveis de um teste desenhado em gráficos sobre o CDC em Cinemática, com professores do Ensino Médio, enquanto Verdugo-Perona, Olmos, Solaz-Portolés e Sanjosé (2017) o utilizaram para analisar a estrutura do CDC e sua estabilidade com professores em formação antes de adquirir experiência.

De acordo com Alonzo e Kim (2016), estimamos que, durante a medição do CDC, os aspectos dinâmicos devem ser diferenciados dos estáticos. Por sua vez, consideramos que a caracterização do CDC pode ser desenvolvida a partir de três níveis, que correspondem ao que o professor pensa, planeja e faz ao ensinar um conteúdo específico (Melo *et al*., 2017):

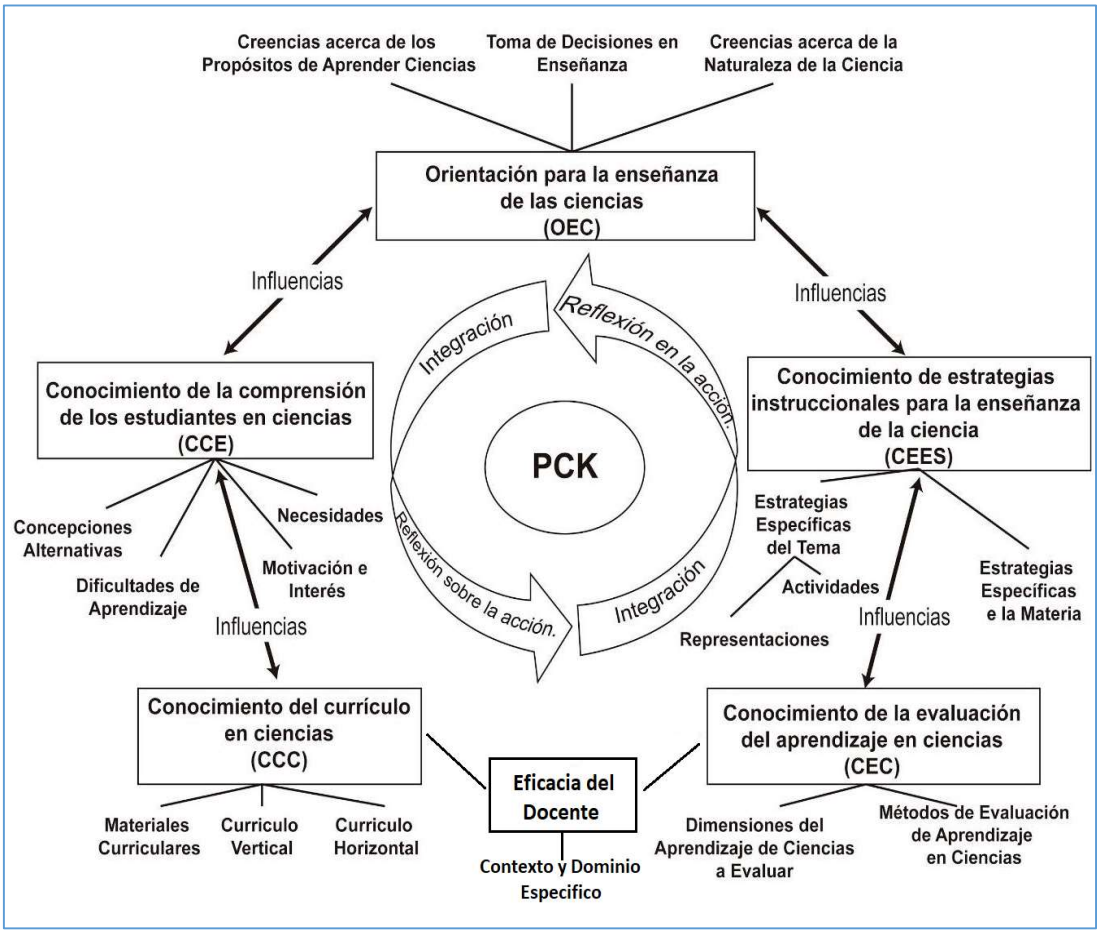
a) declarativo;
b) *design*;
c) ação.

3.1.2 O modelo de Park e Oliver

Em relação aos vários modelos que foram construídos, é importante, para esta tese de doutorado, estabelecer o modelo de Park e Oliver (2008) (Figura 10), a fim de caracterizar o CDC de 2 professores de Engenharia Topográfica no ensino de geotecnologias (IS), porque esse inclui um novo componente ao modelo de Magnusson, Krajcik e Borko (1999), que eu chamaria de sexto componente sobre a “eficácia do ensino” — daí, surge o modelo CDC hexagonal composto por

seis componentes e subcomponentes que interagem entre si, utilizado, nesta pesquisa, como ferramenta heurística. Esse modelo também oferece uma abertura para a compreensão de como o CDC se desenvolveria na prática docente por meio de processos de reflexão na ação e sobre a ação, ecoando a ideia do modelo de ação e raciocínio pedagógico de Shulman.

Figura 10 — Modelo de Park e Oliver (2008).



Fonte: Park e Oliver (2008), tradução em espanhol (2024).

Nesse modelo, as diretrizes do ensino de Ciências influenciam não apenas o CDC, como no de Grossman, mas também a base de conhecimento. Além disso, o componente "eficácia" desse modelo direciona os professores para ações que eles percebem como mais eficazes na sala de aula. Dessa forma, como referência teórica, permite-nos compreender a especificidade de:

a) orientação de ensino;

b) conhecimento de avaliação de aprendizagem;
c) conhecimento de estratégias instrucionais para o ensino;
d) eficácia do professor;
e) conhecimento da compreensão e da experiência dos alunos;
f) conhecimento do currículo ou plano de estudos.

Essas são categorias de análise para compreender a inter-relação de cada uma delas na prática pedagógica do professor. Por outro lado, este trabalho propõe a análise de um questionário de Representação de Conteúdo (ReCo) (Loughran *et al*., 2001), utilizando o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008) em sua análise, para gerar a caracterização do conhecimento didático sobre o ensino de geotecnologias (IS), desenvolvido pelos 2 professores de Engenharia Topográfica da Universidade Distrital. Para sua análise, será elaborada uma rubrica que permita caracterizar alguns aspectos do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) e do modelo didático dos 2 professores.

É um modelo que apresenta especificidade para a educação científica e sua atenção à visão contemporânea da interação entre seus componentes. Por outro lado, a integração de seus componentes ocorre por meio da reflexão na ação e sobre a ação, fortalecendo sua coerência como um constructo completo (Park; Oliver, 2008).

Além disso, em uma contribuição mais recente, Park e colegas esclareceram que, ao usar a abordagem do mapa do CDC, "as fontes de dados devem incluir observações em sala de aula e entrevistas em conjunto com cada observação [...], abrangendo todo o ciclo pedagógico" (Park; Suh *apud* Chan, 2022, p. 498, tradução nossa).

Em última análise, portanto, esse modelo foi escolhido porque abraça a ideia de desenvolvimento profissional como um processo de aprendizagem contínua, de natureza não linear e complexo, dada a sua característica situada e multicausal.

3.1.3 Formação de engenheiros no Ensino Superior

A formação de engenheiros no Ensino Superior enfrenta o desafio de integrar conhecimentos técnicos especializados com competências pedagógicas e didáticas. Tradicionalmente, a ênfase recai sobre o domínio disciplinar, enquanto aspectos como o Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) são negligenciados, especialmente em áreas como a

Engenharia Topográfica. Metodologias ativas — como *Project-Based Learning* (PBL) — e o uso de geotecnologias — como SIG, Sensoriamento Remoto — surgem como estratégias para vincular teoria e prática, mas a falta de formação pedagógica dos docentes limita sua eficácia. Sendo assim, discute-se a urgência de se repensar os currículos, incorporando o CDC para formar engenheiros capazes de ensinar, inovar e responder a demandas sociotécnicas complexas.

3.1.3.1 Diferentes abordagens para a formação de engenheiros

Para Agra *et al*. (2019), a aprendizagem corresponde a um processo contínuo (por ser progressivo), pessoal (por sua natureza idiossincrática), intencional (o aluno deve relacionar, de forma fundamental, as novas informações com as ideias relevantes existentes em sua estrutura cognitiva), ativo (porque exige atividade mental), dinâmico, recursivo (não linear), interativo (entre informações e conhecimentos prévios) e interativo (porque estabelece relações entre sujeitos) — que gera um produto sempre provisório caracterizado por um conhecimento particular produzido em determinado momento e contexto.

Na produção de conhecimento, as formas de participação diferem muito em relação às áreas do conhecimento. Marulanda (2016) trata que, por exemplo, no campo da saúde, a contribuição do conhecimento das comunidades pode ser muito significativa, quando em, determinados projetos, participam grupos de pacientes com algum tipo de doença, como aponta Lafuente (2007) para o caso das neuropatias.

Aprender a participar da ciência e da tecnologia como parte da formação de engenheiros não é uma ocorrência frequente quando se mencionam tendências nessa formação no mundo atual (Marulanda, 2016). Em países com maior desenvolvimento econômico, a ênfase das tendências está em maiores competências disciplinares e científicas básicas, bem como em competências relacionadas ao meio ambiente (Maraghy, 2011).

O desenvolvimento de habilidades para engenheiros requer levar em consideração a velocidade das mudanças tecnológicas e o uso intensivo de tecnologias de informação e comunicação (TIC[4]). Esse último contribui para uma variedade de aspetos com grandes

[4]Para tanto, utiliza-se o conceito de competências adotado pela OCDE, que se refere à capacidade de aplicar os resultados da aprendizagem em um determinado contexto: "Uma competência não se limita a elementos cognitivos (envolvendo o uso de teoria, conceitos ou conhecimento implícito); também abrange aspectos

implicações educacionais, incluindo a formação contínua e ao longo da vida, a gestão de redes sociais, o trabalho colaborativo com recurso às TIC, o acesso e a gestão de grandes conjuntos de dados (*Big Data*), entre outros tópicos (Maraghy, 2011).

Willison (2016) afirma que as habilidades técnicas requerem diversos espaços de treinamento, como o aprendizado prático em laboratórios de última geração e em instalações flexíveis, além do aprendizado por meio de visitas a indústrias ou treinamentos de campo, que também constitui um excelente recurso para desenvolver pensamento inovador e treinamento ético.

Com relação às habilidades não técnicas ou relacionadas ao meio ambiente, espera-se que os estudantes de Engenharia sejam treinados em práticas relacionadas ao cuidado ambiental e ao desenvolvimento sustentável, com qualidades de liderança, capacidade de trabalhar em equipe e se comunicar de forma independente e compreensão de economia, negócios, administração e empreendedorismo, assim como que tenham conhecimento das implicações sociopolíticas e culturais da Engenharia e dos aspectos legais e éticos da prática dessa (Maraghy, 2011).

Para os países ibero-americanos, a Associação Ibero-Americana de Instituições de Ensino de Engenharia (ASIBEI, 2014, p. 4) destacou que, entre as tendências na formação de engenheiros, destacam-se: a formação virtual e os novos ambientes de aprendizagem, a incorporação das TIC na sala de aula, a ética associada às decisões de Engenharia, o crescimento acelerado dos cursos e denominações de Engenharia, a garantia da qualidade dos programas acadêmicos e a contribuição social da área, entre outros.

Como se pode observar, muitas dessas competências não técnicas — e algumas técnicas, como as relacionadas a questões ambientais e de inovação — envolvem intensa interação entre engenheiros e diversos grupos sociais, que são portadores de conhecimento e também desempenham o papel de "envolvidos", portanto, de tomadores de decisão em sistemas tecnológicos[5]. Nesse sentido, embora não haja uma afirmação explícita sobre a importância de aprender a participar e gerar relações de construção de conhecimento com as comunidades, quando

---

funcionais (habilidades técnicas), atributos interpessoais (habilidades sociais ou organizacionais) e valores éticos" (Ananiadou; Claro, 2009, p. 8, tradução nossa).

[5]O sistema tecnológico é entendido, no sentido que Hughes (1983) propõe, como um conjunto complexo de componentes físicos, organizações, conhecimentos, leis. Da mesma forma, os recursos naturais podem ser considerados artefatos de um sistema tecnológico quando fazem parte dele.

são mencionadas demandas de formação, o tema aparece implicitamente necessário (Marulanda, 2016).

Vale ressaltar que o papel dos engenheiros em sistemas tecnológicos e sua relação com diferentes tipos de comunidades têm sido analisados em termos de construtores de sistemas tecnológicos. Os engenheiros assumem o papel de pesquisadores, inventores, especialistas, inventores-empreendedores (que diferem dos inventores comuns, na medida em que estendem ideias inventivas ao desenvolvimento e uso da invenção em questão). Sendo assim, eles têm riqueza e competência para pesquisar, desenvolver, financiar e gerenciar suas invenções (Hughes, 1983).

A chamada aprendizagem ativa ou significativa é influenciada por diversos pressupostos teóricos e é uma construção coletiva, empreendida por diferentes mãos e visões teórico-metodológicas que giram em torno de princípios norteadores comuns, principalmente quando se refere ao termo "projeto" (Schlichting; Heinzle, 2020).

A literatura é histórica e diversa quanto ao surgimento do termo "projeto" relacionado a uma ferramenta de ensino e aprendizagem. Knoll (*apud* Alencar; Moura, 2010, p. 5) diz:

> Recentemente, a pesquisa histórica fez grandes avanços em responder à questão de quando e onde o termo "projeto" foi usado no passado para designar um dispositivo de ensino e aprendizagem. De acordo com esses estudos, o projeto, "como um método de instrução institucionalizada", não é fruto do movimento de educação industrial e progressiva que surgiu nos Estados Unidos no final do século XIX e na arquitetura e engenharia na Itália durante o século XVI.

Os projetos foram originalmente apresentados como parte do processo de ensino e aprendizagem já no século XVI, na educação em Engenharia e Arquitetura. Entretanto, a disseminação desse método de aprendizagem só ocorreu anos mais tarde, com a transposição para as áreas da saúde (Ribeiro, 2010).

Anos mais tarde, William Kilpatrick, pedagogo norte-americano, seguindo os pressupostos teóricos de John Dewey, trouxe os princípios do pragmatismo deweyano para a sala de aula (em 1919) e defendeu que os projetos desenvolvidos no processo de ensino e aprendizagem deveriam partir de problemas cotidianos. Segundo Barbosa e Moura (2013, p. 61),

> John Dewey e William H Kilpatrick [...] são considerados os precursores da aprendizagem baseada em projetos na era contemporânea. Na opinião de Kilpatrick, o projeto para fins educacionais teria quatro fases essenciais: intenção,

> planejamento, execução e julgamento. Dewey considerou que os projetos realizados pelos alunos requerem necessariamente a ajuda de um professor que possa garantir o processo contínuo de aprendizagem e crescimento.

Assim, no início do século XX, Dewey, seguido pelo autor, pode ser creditado pela disseminação da aprendizagem baseada em problemas e projetos. Atualmente, a educação orientada por projetos — *Project Based Learning* ou *Project Led Education* (PLE) — é uma metodologia atualmente muito difundida em cursos de Engenharia, principalmente em contextos europeus de Ensino Superior. Segundo Powell e Weenk (2003, p. 28),

> o PLE é uma metodologia ativa e colaborativa capaz de aprimorar o processo de ensino-aprendizagem ao vincular diretamente teoria e prática por meio de um projeto que culmina na apresentação de uma solução para um problema relacionado a uma situação real/profissional.

Por ser uma metodologia de aprendizagem ativa, baseada em projetos desenvolvidos a partir de uma problemática relacionada ao campo profissional, o PLE permite que os alunos ingressem no campo profissional com conhecimentos práticos, além de competências transversais (Schlichting; Heinzle, 2020).

O PLE pode ser desenvolvido, exclusivamente, no âmbito da universidade, modelo em que se propõe um mote inicial, como o desenvolvimento de um produto que resolva um problema da área de Engenharia. Ainda, pode ser realizado por meio da inserção de grupos de acadêmicos em empresas, na forma de estágios, nos quais eles devem encontrar e resolver problemas reais do campo profissional, com base no conhecimento construído na academia. Nesse sentido, Bender (2015, p. 25) considera que a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) é uma proposta didática adequada para desenvolver competências e habilidades para enfrentar os desafios do século XXI.

A Aprendizagem Baseada em Projetos é, portanto, fundamentada em problemas a serem desenvolvidos ao longo de um período específico de tempo — geralmente, um semestre — e caracteriza-se como um projeto grupal e interdisciplinar, discutido e monitorado pelo corpo docente da disciplina. Possivelmente, nem todos os componentes curriculares do semestre enquadram-se no projeto, o que os caracteriza como disciplinas complementares. As disciplinas obrigatórias, que estão incluídas no projeto, têm suas ementas desenvolvidas de tal forma que o conteúdo trabalhado em sala de aula seja utilizado pelos alunos para chegar a uma solução para o problema proposto.

Além do aspecto de resolução de problemas, o PLE incentiva a produção de documentos também característicos da atividade profissional em áreas como Medicina e Engenharia, como relatórios, portfólios e diários de campo. Em suma, a Aprendizagem Baseada em Projetos trabalha em torno de um problema a ser resolvido, no qual os alunos estão no centro do processo e são auxiliados por professores — em sala de aula e em tutoria — que visam resolver o problema e desenvolver novas habilidades por parte dos alunos.

Desde o final do século XX, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e a Aprendizagem Baseada em Aprendizagem (PBL) vêm se disseminando em diferentes áreas do conhecimento e níveis educacionais. Os princípios das teorias de aprendizagem ativa foram sendo implementados em diferentes metodologias e ganhando espaço nas discussões no campo das políticas e legislações de ensino (Schlichting; Heinzle, 2020).

Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), ou *Problem Based Learning* (PBL), tem sido disseminada em cursos da área da saúde, com especial destaque para o curso de Medicina, e é uma proposta pedagógica que, segundo Berbel (1998, p. 152), "inspira-se nos princípios da Escola Ativa, do Método Científico, de um Ensino Integrado e Integrador dos conteúdos, dos ciclos de estudo e das diferentes áreas envolvidas". Nessa perspectiva curricular e metodológica, os alunos "aprendem a aprender e se preparam para resolver problemas relacionados à sua futura profissão". Berbel (1998, p. 155).

Segundo Masson, Miranda, Munhoz Júnior e Castanheira (2012, p. 3), as principais características da PBL são: "1 O aluno é o centro do processo; 2 É desenvolvida em grupos tutoriais; 3 É caracterizada por um processo ativo, cooperativo, integrado e interdisciplinar orientado para a aprendizagem do aluno".

Neste contexto, surgiu o Processo de Bolonha, pautado e permeado por perspectivas de políticas educacionais que se centraram nas discussões sobre uma maior integração e harmonização dos currículos do ensino superior na Europa. A partir das propostas do Processo de Bolonha, as universidades europeias recorreram às metodologias ativas de aprendizagem, com o intuito de adequar seus currículos ao que lhes era apresentado pelas autoridades no documento: "Uma área do conhecimento" que tem realizado diferentes práticas pautadas na aprendizagem ativa na Engenharia.

Na Universidade Saxion (Holanda), é possível encontrar exemplos de currículos europeus de Engenharia organizados com base em metodologias de aprendizagem ativa, mais

especificamente em problemas e projetos, como Universidade de Loughborough (Reino Unido), Universidade de Nottingham (Reino Unido), Universidade de Aalborg (Dinamarca) e Universidade do Minho (Portugal) (Moreira *et al*., 2014).

Ao se considerar a formação acadêmica, o papel da universidade é tido como o de "preparar o aluno para a sociedade atual e para este período histórico" (Pereira, 2010, p. 1). A relação entre a universidade e o mundo do trabalho fica evidente em práticas baseadas em teorias de aprendizagem ativa. Essa relação caracteriza-se pela ênfase na formação geral em detrimento da formação técnica, pois as metodologias ativas estão orientadas a fazer com que os sujeitos em formação transitem entre esses dois âmbitos de atuação social, constituindo sua identidade de forma ampla (Schlichting; Heinzle, 2020).

Uma das características da aprendizagem ativa no ensino superior é a resolução de problemas. Por meio de atividades baseadas em situações reais do mundo profissional, os acadêmicos precisam apresentar respostas para os problemas encontrados, articulando as teorias aprendidas na universidade às aplicações práticas. Outro aspecto dessa aprendizagem é a maior complexidade de saberes e práticas, pois se evita a fragmentação do conhecimento, uma vez que esse está em processo de (re)construção e integração. Esse princípio também está em consonância com demandas sociais que sugerem, cada vez mais, uma aproximação entre áreas do conhecimento.

Ainda, outro princípio das metodologias de aprendizagem ativa é trabalhar a partir de uma perspectiva de multiplicidade ou de interdisciplinaridade. Como não se concentra especificamente no conteúdo, mas em tópicos reais, a aprendizagem ativa leva os acadêmicos a articular o conhecimento de diferentes componentes curriculares para visualizar o quadro mais amplo em que estão trabalhando. Assim, segundo Silva e Cecílio (2007), as metodologias ativas são aquelas que proporcionam aos estudantes oportunidades de construir seus conhecimentos por meio de atividades teóricas e práticas, que promovam maior interação entre o aluno, o objeto e o contexto de estudo, de modo a aproximar a formação acadêmica da atuação profissional.

Quanto ao PBL e ao PLE, refletem-se na mesma metodologia, com denominações diferentes, segundo Fernandes, Flores e Lima (2009), porém, o que os diferencia é que, no PBL, o problema a ser resolvido é mais restrito, assim como o tempo em que o trabalho é desenvolvido, enquanto, no PLE, o problema é de grande porte e o período de tempo é maior (Tavares; Silva; Campos, 2016).

Ainda assim, é possível perceber semelhanças entre PBL e PLE, pois ambos almejam mudanças pedagógicas e curriculares, a partir de uma nova organização do tempo e do espaço, uma concepção metodológica e avaliativa condizente com a proposta e um planejamento integrado com os professores que requer suporte pedagógico e institucional.

3.1.3.2 Estratégias e mitologias para o ensino de Engenharia

Segundo Marulanda (2016), as tendências no ensino de Engenharia levam em consideração, além dos aspectos técnicos, outros aspectos de natureza social e ética, que envolvem aprender a participar com as comunidades em questões de ciência e tecnologia e, mais contextualmente, em sistemas tecnológicos.

Ao enfatizar questões sociais explicativas envolvidas na gênese e na transformação do conhecimento científico e tecnológico na sociedade e ao abordar os impactos da ciência e da tecnologia, eles fornecem uma visão crítica e contextualizada do papel da ciência e da tecnologia na sociedade. Nesse sentido, dois conceitos podem guiar esse propósito de pautar a Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (ECTS) e, com ela, trazer as questões da participação pública para o currículo. É o que, na didática da ciência, é conhecido como “natureza da ciência” e “natureza da tecnologia”, mas, neste caso, com uma orientação da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) (Marulanda, 2016).

Marulanda (2016), aqui, como em muitos temas relacionados à educação, sugere a presença de professores capacitados e com uma concepção de currículo que lhes permita decidir quais são os aspectos mais adequados a serem abordados nos diferentes conteúdo das disciplinas, para promover a construção de conhecimentos relacionados à participação social em questões de ciência e tecnologia.

Na segunda metade do século XX, importantes revoluções na produção e socialização do conhecimento — baseadas nas tecnologias de informação e comunicação, nos ambientes virtuais e digitais e na cultura digital — afetaram significativamente o mundo do conhecimento, o processo de aprendizagem em sua abrangência e complexidade, o surgimento de novas profissões e sua natureza interdisciplinar (Gaeta, 2013). Dessa forma, temos novas tecnologias, dentre elas, as geotecnologias, aplicadas à sociedade e ao seu espaço.

3.1.4 A representação do espaço

A representação do espaço nas geotecnologias evoluiu de mapas tradicionais para modelos digitais dinâmicos, integrando técnicas como Sensoriamento Remoto, SIG e GPS. Essa transformação exige que os engenheiros topográficos dominem não apenas as ferramentas técnicas, mas também seu potencial didático para traduzir dados complexos em conhecimento acessível. No Ensino Superior, a carência de abordagens pedagógicas que articulem teoria, prática e contexto socioespacial limita a formação crítica de profissionais capazes de interpretar e ensinar essas representações. Nesse sentido, discute-se, aqui, a importância de se incorporar o Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) para superar visões instrumentais e promover uma compreensão reflexiva do espaço como construção social e técnica.

3.1.4.1 Geotecnologias, espaço e sociedade

Ao longo da história, o ser humano sempre sentiu a necessidade de compreender e registrar o espaço[6] em que vive. Mesmo antes da invenção da escrita, nossa espécie desenhou seus primeiros mapas nas paredes das cavernas. Assim, a cartografia, ciência e arte da representação espacial por meio de cartas geográficas ou mapas, tem auxiliado o homem, desde os tempos pré-históricos, a localizar espaços territoriais onde havia abundância de caça e pesca (Silva, 2016). Desde então, as técnicas utilizadas na cartografia evoluíram junto com o desenvolvimento humano ao longo dos séculos e, hoje, ela representa uma ferramenta muito importante na representação e no entendimento do espaço em que vivemos, através da compreensão das representações relacionadas ao lugar e, também, ao significado contido nele.

Para Francischett (2008), a linguagem cartográfica é importante no ensino de Geografia porque contribui não somente para a compreensão dos mapas, mas também para que os alunos desenvolvam habilidades cognitivas relacionadas à representação, oferecendo a compreensão necessária à construção de conhecimentos fundamentais para a concepção da Geografia.

---

[6]A palavra “espaço” parte da perspectiva de Milton Santos, referindo-se ao “lugar” de diferentes sujeitos, onde permeiam inúmeras instâncias, incluindo as sociais, políticas, culturais, técnicas, simbólicas, entre outras (Santos, 2008; 2012).

Aliando arte, ciência e recursos tecnológicos como satélites, geoprocessamento e fotografias digitais, a cartografia está, cada vez mais, avançada para aqueles interessados em aprender mais sobre essa ciência (Silva, 2016). Quanto a isso, Francischett (2004, p. 124) afirma que "a maioria dos professores que trabalham com o ensino da Cartografia a concebem como a técnica de representar e ler mapas, separando-a do contexto da Geografia". Esses fatores parecem contribuir para o distanciamento e o desinteresse dos alunos em torno da disciplina. Será necessária, então, uma abordagem na linguagem e na experiência dos alunos, explorando seu senso de pertencimento e suas experiências, de modo que, com o auxílio da tecnologia, se possa lançar uma tentativa de tornar o ensino da cartografia, nas escolas, mais atrativo para os alunos, a fim de que compreendam e formem opiniões ou conceitos sobre o espaço Geográfico ou Dinâmica Social.

Nesse sentido, isso confirma a necessidade de se repensar e sugerir novas estratégias metodológicas criativas. Nada melhor que o auxílio das tecnologias digitais e das geotecnologias para potencializar essa tentativa de reavivar o interesse dos alunos pelo ensino de cartografia e Geografia, partindo do significado dos aspectos que os alunos consideram essenciais em suas vidas.

A definição de Rezende (2015) tem o Artefato Geotecnológico como a materialização do uso das geotecnologias, o que, por si só, é uma forma integral de declarar uma tecnologia que lida com o espaço geográfico. Sistemas de Informação Geográfica, cartografia digital e Sensoriamento Remoto ou Teledetecção são alguns exemplos de Artefatos Geotecnológicos.

O conceito de tecnologia permeia a compreensão da humanidade como um ser criativo. Dessa forma, a tecnologia é entendida como um processo produtivo e transformador, com o objetivo de dominar o ambiente natural e material em benefício próprio, na busca de soluções para os pequenos e grandes problemas da nossa sociedade.

Nos processos educacionais, a importância da tecnologia, também em sua forma digital, representada pelo computador, é evidenciada por Lima Júnior (2004, p. 408):

> É em conseqüência da compreensão do caráter proposicional do computador que podemos pensar a sua relação com a Educação, no que diz respeito à questão da práxis curricular, não no sentido convencional de mera utilização do suporte material para o aprimoramento e eficácia do modelo formal que serve de base à concepção e ao fazer pedagógico da Educação e do currículo escolares; mas, no sentido de estender sua base lógico-operacional à práxis curricular e educacional. Isto é, identificando-a e instituindo-a ao modo proposicional, ao mesmo tempo em que, fruto dessa compreensão, explorar/experimentar/vivenciar o suporte material para o desenvolvimento e aprofundamento de competências, estratégias,

> dinâmicas e performances que rompam, na prática, com a matriz racional moderna subjacente aos modelos curriculares vigentes na educação escolar brasileira.

Com grande poder para a educação, as geotecnologias compreendem a utilização de diferentes tecnologias, tanto de *hardware* quanto de *software*, com o objetivo de coletar, analisar e processar informações espaciais referenciadas. GPS (Sistema de Posicionamento Global), Sensoriamento Remoto, cartografia *web*, bases de dados geográficos e SIG (Sistemas de Informação Geográfica) são alguns exemplos de geotecnologias quando nos referimos às perspectivas da técnica.

Essas ferramentas digitais ampliam as possibilidades de compreensão e exploração do espaço geográfico. Santos (2006) apresenta elementos objetivos que nos fazem pensar em outro futuro possível, onde a solidariedade seja mais importante que a competitividade, um futuro que deve ser necessariamente criado de baixo para cima, a partir dos países subdesenvolvidos, dos pobres e deserdados, do cidadão consciente, do pensamento livre: “Conhecer o planeta de forma extensa e profunda nunca existiu antes e se deve exatamente ao progresso da ciência e da tecnologia” (Sobarzo, 2001).

Pereira (2021, p. 77) afirma que:

> O espaço é constituído por seres humanos, produzido e reproduzido socialmente, transformado e modificado pelas ações humanas, ao mesmo tempo em que influencia os modos de vida em sociedade, expressando a complexidade presente nas peculiaridades dos próprios processos sociais que o constituem.

É necessário, portanto, considerar esse espaço como resultado de uma dinâmica social, constituída pela indissociabilidade existente entre ele e a sociedade. A esse respeito, Santos (2006, p. 39) afirma: “O espaço geográfico é um conjunto indissociável de sistemas de objetos e sistemas de ações, sua definição varia com os tempos, isto é, com a natureza dos objetos e com a natureza das ações presentes em cada momento histórico”.

Ao indicar o espaço como um sistema de ações e objetos, o autor traduz a complexidade dos movimentos estruturais do Espaço Geográfico como instância humana e social permeada por suas dimensões políticas e econômicas que configuram o sistema de ações que criam, mobilizam e transformam os elementos que, por sua vez, materializam e constituem o espaço (propriedades, usinas hidrelétricas, estradas, cidades etc.). Isso cria um sistema de reciprocidade entre nossas

ações e nossos objetos, ao mesmo tempo em que esses também interferem e moldam os aspectos sociais. Por isso, considera-se, por exemplo, que os adventos "cibernéticos" do século XXI, gerados por diversos sistemas de ações (anteriores ou atuais), estruturam e potencializam novas dinâmicas sociais distintas daquelas geradas outrora.

Dessa forma, a compreensão das dinâmicas socioespaciais perpassa diferentes escalas da vida social humana, pois estão presentes nas práticas socioespaciais dos sujeitos, construídas e vivenciadas em seus lugares ou no lugar, ao mesmo tempo em que também se configuram nas dinâmicas sociais macro e micro. Nesse sentido, tal percepção abrange tanto os processos que afetam diretamente nossas vidas, seja na cidade ou no campo, quanto as questões globais nas quais estão imersos. Portanto, as práticas socioespaciais podem ser relacionadas às ações e relações dos sujeitos construídas no espaço, considerando as dinâmicas sociais que permeiam essas práticas e suas repercussões nos processos constituintes do Espaço Geográfico.

Na educação, as geotecnologias têm sido utilizadas para potencializar os processos de ensino e aprendizagem, redefinindo a forma como conteúdos como Geografia e espaço são explorados, principalmente para crianças e jovens imersos nesse mundo tecnológico. Segundo Nascimento e Hetkowski (2011, p. 2):

> Por meio das Geotecnologias e suas técnicas, lugares e espaços geográficos podem ser representados graficamente, pois fotografias aéreas, imagens de satélite (sensor TM), GPS, ferramentas da web, entre outras, mudam consideravelmente a maneira como os alunos concebem, representam e conhecem os espaços do bairro, da cidade, do estado, do país e, consequentemente, do mundo. Percebemos que esses meninos e meninas estão envolvidos em novas formas de aprendizagem, buscando conhecimento, informação, entretenimento e manuseio de instrumentos tecnológicos, independentemente de tê-los em casa ou mesmo na escola.

Assim sendo, crianças e jovens redimensionam o potencial das geotecnologias, estabelecem outra forma de conceber o espaço e o tempo, além de verem como compreender as relações entre práticas espaciais e práticas significativas: o crível, o memorável e o primitivo (Campelo, 2013, p. 172). Moreira (2008, p. 9), nesse contexto, destaca o potencial das tecnologias e geotecnologias, diante da ineficiência dos métodos convencionais de ensino de Geografia:

> O uso de tecnologias de informação e comunicação e ferramentas geotecnológicas têm o potencial de alavancar o processo de ensino e aprendizagem de noções cartográficas, auxiliando na geoalfabetização dos sujeitos. A forma mais

> convencional de ensinar geografia é — aula expositiva e livro didático — descrevendo e explicando um fenômeno natural ou humano de forma descontextualizada e estática, [...] torna-se insuficiente para apreender a complexidade do espaço. Práticas de ensino desse tipo estão ultrapassadas em termos de qualidade (e quantidade) de informação à qual o aluno é exposto neste início de século (Moreira, 2008, p. 9).

Um dos *softwares* de geotecnologia mais conhecidos e utilizados no mundo, atualmente, é o Google Maps, um serviço de mapeamento criado em 2005 pela empresa americana Google, que oferece ao usuário ferramentas para visualização de imagens obtidas via satélite, mapas de ruas e imagens panorâmicas de 360º. Além disso, foram adicionadas, à plataforma, funções para monitorar as condições de trânsito em tempo real e planejar rotas para veículos particulares e públicos.

Pickles (1995) afirma que, no campo científico, mesmo no âmbito especificamente geográfico, poucos têm prestado atenção à dimensão política e social da aplicação das geotecnologias, especialmente dos SIG, e, portanto, ao tratamento aprofundado das questões éticas e políticas que decorrem da prática com esse tipo de sistema de informação. Os estudos realizados, quase sempre, enquadram-se no domínio técnico ou mesmo em um componente econômico específico, que inclui os elementos que constituem essas geotecnologias e seus produtos, denominados de Indústria de SIG.

Santos (1996, p. 64), nesse contexto, aborda o estudo das técnicas:

> Eles vão muito além de dados puramente técnicos e exigem uma incursão muito mais profunda no âmbito das próprias relações sociais. São elas, finalmente, que explicam como, em diferentes lugares, técnicas, ou conjuntos de técnicas semelhantes, atribuem resultados diferentes aos seus portadores, segundo combinações que ultrapassam o processo produtivo direto e permitem pensar um verdadeiro processo político de produção.

Analisar as transformações pelas quais a sociedade contemporânea está passando torna-se essencial para compreender a geografia do presente. Sobre a dimensão, Santos (1996, p. 137) nos leva a compreender a importância de sua interpretação ao longo da história:

> As características da sociedade e do espaço geográfico, em um dado momento de sua evolução, estão relacionadas a um determinado estado da tecnologia. Assim, o conhecimento dos sistemas técnicos sucessivos é essencial para compreender as diversas formas históricas de estruturação, funcionamento e articulação dos

> territórios, desde o início da história até os dias atuais. Cada período tem um significado, compartilhado pelo espaço e pela sociedade, representativo da maneira como a história cumpre as promessas da tecnologia.

A produção, distribuição e circulação de informações não apenas constituem a base da maioria das atividades produtivas, mas também se tornaram uma das mais importantes dessas atividades. Dessa forma,

> a informação ganhou a capacidade de fluir instantaneamente, comunicando a todas as partes, sem demora, os acontecimentos de cada uma. Sem isso, não haveria sistema técnico universalmente integrado, nem sistemas produtivos e financeiros transnacionais, nem informação geral globalizada, e o atual processo de globalização seria impossível (Santos, 1996, p. 158).

Matias (2004) faz uma análise do exposto no que se refere às chamadas geotecnologias — que incluem a cartografia digital, o Sensoriamento Remoto, o Sistema de Posicionamento Global (GPS), o Sistema de Informação Geográfica (SIG) —, afirmando que essas se enquadram nesse contexto porque se inserem na tendência de construção de uma infraestrutura voltada para a aquisição, o processamento e a análise de informações sobre o espaço geográfico, que busca racionalizar o processo de tomada de decisão. Nas atuais condições sociais e econômicas do mundo, então, é necessário tomar as decisões certas no menor tempo possível, aliando eficiência e eficácia.

Ao analisar o papel das geotecnologias no processo de transição sociocultural no final do século passado, Buzai (1996, p. 724) considera que tal período propõe uma mudança a partir do avanço geotecnológico, que se apresenta como algo difícil de passar despercebido, refletindo se, em meio à relação entre os conceitos geográficos incorporados ao ambiente computacional e o modelo digital do mundo real que a geotecnologia nos devolve como filtro, será essa a forma predominante pela qual veremos nossa realidade geográfica no próximo século?

Roberts e Schein (1995, p. 182) expressam que não podemos interrogar imagens e tecnologias simplesmente por sua capacidade de refletir "com precisão" uma parte da superfície da Terra — em termos de resolução, escala, extensão de cobertura etc. —, mas, com a condição de fazermos perguntas sobre as mensagens que elas contêm relacionadas ao mundo socioespacial, nossa interpretação dele e nossa reprodução dele, elas darão continuidade às nossas práticas espaciais. Os autores também expressam que um SIG oferece imagens de um mundo que foi

produzido socialmente e, no processo, interpretado socialmente. O pacote GIS, o computador e as imagens impressas são partes integrantes das práticas espaciais humanas. As tecnologias aplicadas estão envolvidas em uma relação reflexiva na qual o mundo é visto, capturado, interpretado, apresentado e, finalmente, visto novamente. Dessa forma, as imagens produzidas, os espaços retratados e as mensagens das tecnologias e de seus usuários fazem parte da ordem instrumental de seu mundo socioespacial e de suas práticas espaciais vividas.

Ademais, Matias (2002) cita que podemos assistir a uma crescente importância das geotecnologias como um autêntico sistema de ação. Suas representações espaciais revelam modos de ver que ordenam o mundo em uma estrutura de trabalho cartesiana familiar e que traduzem um contexto político-econômico particular.

As geotecnologias, como outras áreas do conhecimento, estão, gradualmente, deixando de ser questões de especialistas e se tornando uma necessidade do homem comum — daí, sua implicação geográfica mais importante, à medida que novas práticas espaciais e representacionais são (re)criadas. As geotecnologias constituem um elemento da prática social no atual momento histórico, influenciando a maneira como o espaço geográfico é percebido, analisado e representado. O uso dessas tecnologias consolidou-se nas últimas décadas como uma ferramenta importante para aquisição, produção, análise e representação de informações sobre o espaço geográfico. Para tanto, reúne conhecimentos e práticas tecnológicas de diferentes áreas do conhecimento científico, característica clara das tecnologias modernas, o que representa uma síntese do poder de manipulação de dados disponibilizado pelo meio computacional (Matias, 2004).

Hoje, está devidamente comprovado que as geotecnologias são uma realidade concreta e, portanto, devem ser avaliadas desta forma: não é mais algo distante ou ilusório e fora do contexto direto da vida cotidiana das pessoas (Matias, 2002). O principal desafio da abordagem geográfica foi a visão monolítica predominante das geotecnologias como sinônimos de uma questão técnica e, portanto, foge ao escopo mais amplo de questões teóricas e metodológicas que ocupam lugar na ciência geográfica atual.

Por fim, Matias (2004) expressa que a busca por novas metodologias, mesmo aquelas ancoradas no raciocínio dialético, pode representar um aprimoramento na utilização dos SIG, uma vez que, nesse ambiente tecnológico, a dimensão espaço-temporal pode ser representada e tratada. Uma Geografia crítica deve ter esse compromisso como uma de suas preocupações centrais ao se envolver com geotecnologias.

3.1.4.2 Conceito de tecnologias e geotecnologias — dinâmica social e técnica

Pereira (2015) destaca as tecnologias como aqueles processos criativos que possuem uma dimensão simbólica e cognitiva (os elementos imateriais) e outros relacionados às técnicas e aos instrumentos (os elementos materiais), relacionados à capacidade inventiva inerente à condição humana de existência. Dessa forma, compreender as tecnologias significa compreender o ser humano em sua essência e, ao mesmo tempo, a composição da história humana. É composto por inúmeros processos criativos e transformadores, que se destacaram em diferentes contextos históricos e refletem a capacidade humana em um determinado momento.

Nesse sentido, conforme Pereira (2015, p. 53):

> O que podemos dizer sobre os processos criados pelos sujeitos para compreender seus espaços e sua localização? Partindo do princípio da tecnologia como um processo humano, criativo e transformador, entendemos também a essência das Geotecnologias, considerando as inúmeras estratégias criadas pelos indivíduos ao longo da história em sua busca por expressar suas percepções do espaço vivido, sua orientação e sua localização.

Além disso, segundo Brito (2013 *apud* Pereira, 2015, p. 55):

> O termo geotecnologia, na perspectiva tecnicista, denota a área do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando, de maneira crescente, as áreas de cartografia, planejamentoe gestão territorial urbana e regional, de recursos naturais, entre outras. As ferramentas computacionais para geotecnologias, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica - SIG, permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados.

Partindo dessa concepção, entender as geotecnologias significa as considerar uma construção humana, fruto de processos criativos e transformadores constituídos ao longo da história. As Imagens de Satélite (IS), os sistemas avançados de geolocalização e os mapas digitais, entre outras técnicas, são resultados desses processos criativos e tecnológicos construídos ao longo do tempo, passando pelas primeiras pinturas rupestres, pelos mapas construídos em placas de argila na Mesopotâmia, até o cálculo da circunferência da Terra por Eratóstenes (276–194 a.C.).

O desenvolvimento das geotecnologias, aliado às tecnologias digitais, permitiu a introdução de novas ferramentas na vida cotidiana das pessoas. A mídia e a *internet* têm contribuído para o redimensionamento do uso de suas técnicas, evidenciado nas experiências cotidianas dos sujeitos, como o manuseio do Google Maps e do Google Earth para diversas finalidades.

A utilização das geotecnologias no ambiente escolar está, cada vez mais, presente e, devido ao seu caráter multidisciplinar, permite aos educadores uma infinidade de aplicações (Nosoline, 2011). Esse autor, ainda, faz uma descrição do trabalho encontrado no Brasil e em Portugal sobre o uso das geotecnologias na educação, seja como potencial didático, seja como incorporação de novas tecnologias no ensino. Dentro disso, temos o trabalho realizado por Nuno Filipe Lopes Gomes, em 2006, em sua dissertação em Ciências e Sistemas de Informação Geográfica, intitulada de *Potencial didático dos sistemas de informação geográfica no ensino de Geografia: Aplicação ao 3º ciclo do Ensino Básico*.

Ademais, o trabalho de Vânia Maria Salomão Guaycuru de Carvalho, em sua tese de doutorado em Geografia, de 2006, desenvolveu uma proposta com o intuito de contribuir para viabilizar a incorporação do Sensoriamento Remoto ou da tecnologia de Sensoriamento Remoto no processo de ensino-aprendizagem de Geografia no ensino básico, com ênfase na exploração de seu potencial para o desenvolvimento cognitivo dos alunos. A tese foi intitulada como *Sensoriamento Remoto no ensino básico de Geografia: definindo novas estratégias*.

Di Maio (2004), em sua tese de doutorado intitulada de *Geotecnologias Digitais no Ensino Médio: avaliação prática de seu potencial*, busca avaliar o ensino informatizado através da *internet* das geotecnologias e, como meio de avaliação, gerou um ambiente digital denominado GEODEM (Geotecnologias Digitais no Ensino Médio), abrangendo Cartografia, Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica, focado nas transformações ambientais e no uso de dados em tempo real.

Outro trabalho que apresentou bons resultados foi o dos autores Ricardo Vicente Ferreira, Luiza María de Assucion e Marcos Roberto Martines, com o título de *Construção de Fichas de Imagens: Uma Proposta Didática*, tendo o objetivo de demonstrar a viabilidade da utilização de Imagens de Satélite (IS) como recurso didático na educação.

Kazmierczak *et al*. (2007), por sua vez, apresentam um trabalho intitulado de *Projeto SIG na Educação: Uso de Sistemas de Informação Geográfica no Ensino Fundamental*. Para os autores, o uso do SIG, no ambiente escolar, torna-se justificável, uma vez que "a informação é essencial

para a educação, e a tecnologia SIG tem o potencial de levar os alunos a um pensamento mais crítico sobre a realidade que os cerca, integrando o aprendizado tradicional com a análise geográfica em qualquer nível de detalhamento desejado" (Kazmierczak *et al*., 2007, p. 1507). Destaca-se, também, o trabalho de Nosoline (2011), que nomeou sua monografia de conclusão de curso como *A utilização das Geotecnologias como suporte ao ensino de Geografia*.

Todos esses trabalhos, além de outros, refletem a preocupação de educadores e profissionais da área em criar metodologias e projetos que olhem para a conexão das escolas com os avanços tecnológicos utilizados pela sociedade, como forma de dinamizar as salas de aula e buscar aproximar o cotidiano dos assuntos ensinados nelas — como acontece ao trazerem Imagens de Satélite para analisarem dados estatísticos do município, do estado, do país ou da região onde está localizada a escola onde ensinam.

Nesse sentido, para Nosoline (2011), a busca por novas metodologias de ensino que contemplem os avanços tecnológicos vivenciados pela sociedade e os métodos educacionais tradicionais estão cada vez mais presentes, principalmente quando a questão é estimular o aluno a criar um pensamento crítico sobre os temas estudados e, ao mesmo tempo, aumentar a vontade de aprender mais. Esses estímulos podem ser alcançados quando as geotecnologias são utilizadas no ambiente escolar.

As geotecnologias utilizam técnicas matemáticas e computacionais para a manipulação e a sistematização de informações geográficas. Acredita-se que sua utilização no contexto escolar, além de proporcionar dinamismo, multidisciplinaridade e capacidade de explorar a visão espacial do aluno, contribui para uma rápida transformação de informação em conhecimento, melhorando a associação do aprendizado em sala de aula com as atividades realizadas com seu auxílio, levando em consideração a interatividade proporcionada (Nosoline, 2011).

3.1.4.2 Geotecnologias em Engenharia

O desenvolvimento da tecnologia da informação e o surgimento do geoprocessamento na década de 1960 contribuíram para a coleta, o armazenamento, a manipulação, a consulta e a análise de um volume crescente de informações relacionadas ao espaço geográfico, o que facilita muito as decisões de planejamento e gestão. O banco de dados gerado por essa geotecnologia produz

conhecimento detalhado do espaço regional, contribuindo para a proposição de programas de controle e gestão ambiental (Silva; Carvalho Filho, 1993).

Com a revolução tecnológica e o consequente desenvolvimento da cartografia digital, surgiram os Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Eles são uma combinação de sistemas de gerenciamento de dados e métodos de análise geográfica que oferecem assistência no gerenciamento e na atualização de informações. Vale destacar que esse surgimento ocasionou mudanças na velocidade com que informações georreferenciadas eram produzidas, atualizadas e analisadas, além de permitir a combinação de dados espaciais de diversas fontes para analisar interações existentes entre variáveis, desenvolver modelos preventivos e subsidiar a tomada de decisões (Bonham-Carter, 1994).

No ensino de Geografia, a representação espacial contribui não apenas para construir noções e espacializar fenômenos, mas também para levantar problemas e compreender as soluções propostas. Entretanto, tais conteúdos resumem-se apenas na aprendizagem da linguagem cartográfica, que pode ser abordada por meio de ferramentas como o sensoriamento remoto e a cartografia digital, capazes de gerar produtos, como as representações gráficas, que, segundo Neves e Cruz (2007, p. 45), "mostram-se eficazes no processo de ensino-aprendizagem, estimulando e despertando o interesse de alunos de diferentes níveis de ensino pela importância do conhecimento geográfico em seu cotidiano".

A disponibilização de dados cartográficos na *internet* tem contribuído para a integração das chamadas geotecnologias no ambiente escolar, uma vez que organizações como o Instituto Brasileiro de Geografia (IBGE), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Google Maps, entre outras, facilitam a divulgação desses dados e disponibilizam *softwares* livres para que essas informações sejam processadas. A utilização de dados cartográficos na aprendizagem é um processo lento, pois os mapas representam a realidade por meio de símbolos que devem ser interpretados na abordagem dos temas, e sua criação exige conhecimento prévio do espaço geográfico, conforme Passini (1994). O autor, diante disso, chama a atenção para a valorização dos mapas como instrumentos de pesquisa, e não apenas como meio de registro do espaço geográfico.

A Informação Geográfica é denominada, segundo Matos (2008), como a informação associada a uma posição, ou seja, georreferenciada. A Agência Portuguesa do Ambiente define-a como um ou mais conjuntos de dados já processados e organizados que mantêm a localização e a

forma dos elementos geográficos, onde podem, ainda, ser adicionados outros atributos característicos desse mesmo elemento.

No Brasil, o termo Informação Geoespacial (IG) é definido como:

> Aquilo que se distingue essencialmente pela componente espacial, que associa cada entidade ou fenómeno a uma localização na Terra, determinada por um sistema de referência geodésica, num dado momento ou período, e que pode ser derivada, entre outras fontes, das tecnologias associadas aos sistemas de posicionamento global suportados por satélites, bem como da cartografia ou do sensoriamento remoto (Brasil, 2008).

Ademais, segundo Gomes (2006, p. 1), a Informação Geoespacial (IG) "assume-se como um ponto de partida para compreender o mundo em que vivemos, estando presente nos *curricula* de várias disciplinas", entre as quais se destacam a Geografia, além de outras. A aquisição, o processamento, a interpretação e a análise dependem de tecnologias como: Sistemas de Informação Geográfica (SIG), Sensoriamento Remoto ou *Remote Sensing* e Sistemas de Posicionamento Global (GPS).

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são um "sistema de computador projetado para permitir aos usuários coletar, gerenciar e analisar grandes volumes de dados espacialmente referenciados e atributos associados" (Guptill, 1988, p. 3, tradução nossa). Já Sensoriamento Remoto ou Teledetecção, segundo Florenzano (2002, p. 9), "é a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre, por meio da captura e registro da energia refletida ou emitida pela superfície".

Atualmente, técnicas e métodos inovadores de medição, processamento e mapeamento têm sofrido uma evolução exponencial, especialmente as tecnologias baseadas em informações geográficas, pois alcançaram um progresso e uma consolidação inegáveis, principalmente a partir do desenvolvimento da *internet* (Farrera, 2013). Nesse contexto, geotecnologias são definidas como todos os avanços especializados que auxiliam na coleta, na gestão, no armazenamento, no processamento e na análise de dados relacionados aos recursos naturais e a determinadas características ambientais, bem como aos aspectos socioeconômicos de uma região ou localidade (Fuenzalida; Buzai; Jiménez; León, 2015).

Nascimento e Hetkowski (2011) descrevem as geotecnologias como um elo contemporâneo para a ampliação da dinâmica de sala de aula de uma nova geração, denominada Geração C ou

Geração “V” e conhecida como Geração Virtual, composta por sujeitos que criam redes sociais *online* e exploram mundos virtuais. As contribuições dos autores mostram a geotecnologia como um conjunto de instrumentos computacionais aplicados como ferramenta para a materialização de estruturas georreferenciadas. Os avanços tecnológicos proporcionam, assim, uma perspectiva mais ampla para inúmeras áreas do conhecimento. Quando se trata de educação, surgem diversas novas possibilidades, desde a comunicação na *World Wide Web* (*internet*) até os *videogames*, que foram, inicialmente, concebidos para outros fins, como instrumentos de guerra e entretenimento.

Graças ao surgimento das geotecnologias, nas diferentes áreas das Geociências, tem sido possível utilizar aplicações tecnológicas para abordar múltiplas tarefas (Fuenzalida; Buzai; Jiménez; León, 2015) em diferentes áreas, entre elas: estudos de impacto ambiental; educação ambiental; avaliação de políticas públicas; planejamento territorial urbano e rural; análise da paisagem e de elementos que a compõem; desenho cartográfico; geração de mapas de uso do solo; inventário de recursos naturais; estudo de mobilidade, transporte e logística; planejamento para o desenvolvimento de espaços de uso residencial, agrícola e industrial; cadastro urbano e rural, bem como geoposicionamento e gestão de recursos naturais, entre outros. Por isso, para Buzai (1996, p. 719), as geotecnologias não são um simples “conjunto” de técnicas de aplicação, mas, ao apresentarem uma nova visão do mundo real, impõem-se a nós como um grande componente teórico.

3.1.4.3 Geotecnologias em Engenharia Topográfica

O ensino de geotecnologias demonstra que lugares e espaços geográficos podem ser representados graficamente, através do uso de fotografias aéreas, Imagens de Satélite ou Sistemas de Posicionamento Global (GPS).

Considerando o exposto, foram adotados os seguintes critérios de busca nas bases de dados ERIC, TESEO, INDEX-K e SELPER: “Ensino Aprendizagem de Geotecnologias — Imagem de Satélite”; “Geotecnologias na Educação”; “Geotecnologias no Ensino Superior”; “ Ensino Aprendizagem de Geotecnologias”; “ Ensino Aprendizagem de Geotecnologias”; “ Geotecnologias na educação”; “Geotecnologias na educação”; “Geotecnologias no Ensino Superior”; “ Geotecnologias no Ensino Superior”; “Ensino e Aprendizagem de Imagens de Satélite”; “Educação

em Imagens de Satélite"; "Educação em Sensoriamento Remoto" e "Aprendizagem em Sensoriamento Remoto".

A revisão inicial do ensino de geotecnologias (Imagem de Satélite) na Engenharia Topográfica envolveu a definição de critérios de busca e fontes. Os documentos foram revisados a partir dos títulos, dos resumos (a*bstracts*) e das palavras-chave (*keywords*), a fim de se poder realizar uma leitura rápida e transversal para descartar aqueles trabalhos que não tinham relação direta com nossa pesquisa, bem como selecionar as fontes que foram revisadas na íntegra e detalhadamente. Posteriormente, é organizada uma tabela que indica a fonte, os critérios de busca, a quantidade de artigos revisados e os selecionados. Depois, para cada um dos documentos selecionados, são localizados o nome e o resumo, com os documentos em versões em inglês e/ou português. Estas foram as entradas para a construção de uma matriz, no Excel, por fonte, onde, para cada registro selecionado, foram indicados: autor; ano; título; país; nome da entidade publicadora; sujeito investigado; palavras-chave; nível; tipo de estudo; método e instrumentos e natureza (uso livre ou restrito).

Com base na identificação das palavras-chave, foram definidos os cinco critérios de busca a seguir, apresentados na Tabela 3:

Tabela 3 — Critérios de pesquisa.

Não	Critérios de pesquisa
1	Ensino e Aprendizagem de Imagens de Satélite — Aprendizagem
2	Educação por Imagem de Satélite — Didática
3	Educação em Sensoriamento Remoto — Sensoriamento Remoto
4	Aprendizagem em Sensoriamento Remoto – Ensino
5	Geotecnologías no Ensino Superior

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Esses critérios foram investigados nas bases de dados INDEX-K, ERIC, TESEO (das quais não se faz registro porque não foi encontrada documentação relacionada à pesquisa) e nos anais dos congressos internacionais da Sociedade Latino-Americana de Sensoriamento Remoto (SELPER), sendo essa última uma sociedade especializada em geotecnologias e em estudos relacionados ao tema central da pesquisa. O período foi de 2010 a 2022 e a revisão e seleção (Anexo

C) foram realizadas com base nos títulos e resumos, o que permitiu identificar aqueles de maior interesse.

Conforme indicado no Anexo C, no processo de revisão e seleção, foram identificados 495 documentos a partir dos cinco critérios de busca, dos quais 39 foram selecionados e revisados em profundidade e, posteriormente, organizados em quatro tipos de documentos elaborados sobre o tema de tendências de pesquisa. Dos documentos selecionados, 30 correspondem a artigos, 1 a uma tese de pós-doutorado, 3 a trabalhos de pesquisa e 1 a outros, que, neste caso, foi um livro, conforme ilustrado na Tabela 4.

Tabela 4 — Critérios de revisão e seleção em bancos de dados.

Pessoal de Documentos	ÍNDICE-K U-DISTRITAL	ERIC	Memórias SELPER 2012	Memórias SELPER 2014	Memórias SELPER 2016	Memórias SELPER 2018	Memórias SELPER 2022	TOTAL
1. Artigos	4	16	0	5	5	1	2	**33**
2. Tese	1	0	0	0	0	0	0	**1**
3. Trabalho de pesquisa	0	1	0	1	0	1	1	**4**
4. Outros	0	1	0	0	0	0	0	**1**
TOTAL	**5**	**18**	**0**	**6**	**5**	**2**	**3**	**39**

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

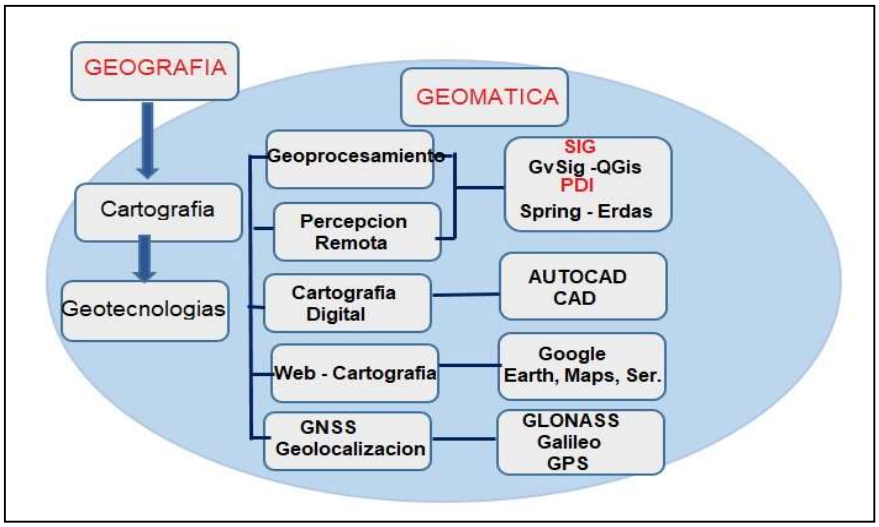
Dos cinco critérios de busca especificados na Tabela 3, foram considerados termos em inglês e português. Por outro lado, esclarece-se que o conceito investigado no primeiro eixo é "o ensino de Geotecnologias — Imagem de Satélite (IS)", que está imerso nas disciplinas ou áreas do conhecimento como: Educação em Sensoriamento Remoto, Sensoriamento Remoto, Percepção Remota, Sensoriamento Remoto e Tecnologias de Informação Geográfica, entre outras.

Nas bases de dados consultadas, observamos um aumento nos trabalhos apresentados no Brasil quanto ao uso de Geotecnologias/Imagens de Satélite (IS), no Ensino Médio e no Superior. Nos anais dos congressos internacionais da SELPER, encontramos trabalhos mais relacionados ao uso de Geotecnologias/Imagens de Satélite (IS) para sua classificação e seu processamento.

Na base de dados INDEX-K — Universidad Distrital —, encontramos 4 artigos e 1 tese de pós-doutorado na forma de um artigo muito interessante, chamado *Geotecnologias e o ensino universitário: comparações metodológicas da disciplina de Sensoriamento Remoto*, de Castanho,

Marlenko e Natenzon (2013). Dessa seleção, destaco, também, o artigo escrito pelos professores Oliveira e Nascimento (2017), *As Geotecnologias e o ensino de cartografia nas escolas: potencialidades e restrições*, no qual as geotecnologias são definidas como as tecnologias para coleta, organização, processamento e representação de informações e dados georreferenciados (Figura 11).

Figura 11 — Geotecnologias no contexto da Geomática.



Fonte: Oliveira e Nascimento (2017), adaptada pelo autor (2024).

No banco de dados ERIC, foram encontrados mais de 300 títulos, incluindo artigos, trabalhos de pesquisa, livros e outros, com os termos de busca observados na Tabela 4. Desses, selecionamos apenas 198, dos quais, por fim, escolhemos 18 para revisão em relação aos interesses de pesquisa, conforme a seguir: 16 são artigos que são aplicações do uso de Imagens de Satélite (IS) em escolas para o ensino de Geografia, Matemática e Geociências em geral; 1 trabalho de pesquisa que descreve "O Projeto Omega" para pesquisa em Educação em Sensoriamento Remoto, um programa de educação espacial projetado para o treinamento de professores de Ciências Sociais Primárias, realizado por Kirman (1980); e 1 livro dentro do tipo de documento "outros", intitulado como *The Learning Edge: Advanced Programas de Educação Tecnológica na Comunidade Faculdades*, escrito por Mahoney e Barnett (2000). Esse último é um livro que faz referência à Educação Tecnológica Avançada nos Estados Unidos da América e às conquistas apresentadas em

diferentes escolas sobre o desenvolvimento de professores em Sistemas de Informação Geográfica, Processamento de Imagens e Sensoriamento Remoto.

Levando em conta que os anais dos congressos da SELPER têm uma relevância muito importante nesse primeiro eixo do ensino de geotecnologias — Imagem de Satélite (IS) — na Engenharia, fazemos uma pequena descrição dessa organização: a Sociedade Latino-Americana de Sensoriamento Remoto (SELPER) foi criada no Equador em 1980, devido ao impacto, estudo e desenvolvimento da conquista do espaço, bem como aos estudos desenvolvidos na Terra na utilização de satélites artificiais para o seu estudo. A sociedade é composta por Capítulos Nacionais, pertencentes a diferentes países da América Latina — como: Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Cuba, Haiti, México, Peru e Venezuela —, e Capítulos Especiais, correspondentes aos países com desenvolvimento avançado em tecnologia de sensoriamento remoto que apoiam a edificação das diversas atividades realizadas pela Sociedade — esses países são Espanha, França e Itália.

Dessa forma, nos anais dos congressos internacionais dessa Sociedade, foram buscados os temas de cada evento de acordo com o país organizador. Com o exposto, referimo-nos ao fato de que os temas educacionais que cada congregação possui mudam de acordo com o país organizador, como: Educação em Geomática, Educação e aplicação em geotecnologias, entre outros.

Em relação aos anais do evento SELPER/2012, realizado na Cidade do México, foram apresentados 10 trabalhos no capítulo intitulado de “Ensino”, dos quais nenhum estava relacionado à aprendizagem ou ao ensino de geotecnologias, mas, sim, à aplicação de técnicas ou à gestão de algoritmos para obter resultados na sua utilização.

Para o SELPER/2014, realizado na cidade de Medellín (Colômbia), encontramos um total de 34 trabalhos revisados, dos quais selecionamos 6 dos diferentes capítulos, incluindo “Educação em Geomática”. Dos 6 trabalhos selecionados, encontramos 5 artigos e 1 trabalho de pesquisa intitulado de *Propuesta didáctica basada en la interpretación visual de Imágenes Satelitarias* (Serafini; Antes; Villanueva, 2014) — trabalho apresentado pela Argentina como suporte para a implementação de carreiras de quarto nível, especializações e mestrados, relacionados à formação em gestão de técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica, aplicados ao estudo do espaço geográfico e dos recursos naturais. Já dos 5 artigos revisados, 4 são do Brasil e 1 da Colômbia. Esse último é muito relevante porque trata do ensino da interpretação de imagens RADAR, tema pertinente quando se trata do “ensino de Imagens de Satélite”, nesse caso específico,

RADAR. Os artigos revisados para o Brasil, por sua vez, tratam de atlas escolares e do uso de geotecnologias no nível educacional, para que enfatizem o uso da Imagem de Satélite como recurso.

No SELPER/2016, realizado na cidade de Puerto Iguazú (Argentina), de um total de 20 revisados, selecionamos apenas 5 para estudo mais aprofundado, sendo que, desses 5 artigos, 2 são do país da Argentina, tratando-se um deles de "Estratégias didáticas para visualização de mapas" e o outro artigo de "Ofertas educacionais em Geotecnologias". Desses dois artigos, observamos que não há uma relação direta no ensino de Imagens de Satélite, mas, sim, uma aplicação delas no que se refere à visualização de mapas, de modo que, no segundo trabalho, não se especifica que tipo de geotecnologias serão utilizadas. Os 3 artigos restantes, escritos pelos países da Espanha, da Colômbia e do Brasil, fazem uma aplicação da Imagem de Satélite seja como suporte para uma análise espacial, no caso da Colômbia, seja como ferramenta no processamento de imagens, no caso do Brasil, ou, ainda, no caso da Espanha, como um assunto de Sensoriamento Remoto, mas não de Imagem de Satélite, que deve estar imersa nele.

Em se tratando do SELPER/2018, realizado na cidade de Havana (Cuba), revisamos 98 trabalhos para selecionar 2, sendo 1 artigo de pesquisa apresentado por Cuba e 1 pesquisa descritiva-quantitativa apresentada pelo Brasil. O primeiro trabalho corresponde a uma proposta educacional, vinculada a um projeto de pesquisa, visando desenvolver soluções tecnológicas para a criação de um sistema de mapas para o ensino em Cuba. Além disso, contempla o ensino de novos conteúdos associados à Cartografia, como Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e o uso de Imagens de Satélite (SI). O segundo trabalho selecionado, que se trata de uma pesquisa descritivo-quantitativa, analisa a percepção de estudantes do Ensino Médio sobre a degradação ambiental no Brasil, especificamente em sua região, por meio de imagens aéreas e mapas digitais.

Por fim, o SELPER/2022, realizado na cidade de Monterrey (México), teve o lema "Geoinformação a serviço de um futuro sustentável para a sociedade", com a apresentação de 107 trabalhos sob as temáticas representadas em: bem-estar, equidade e saúde pública; poluição ambiental; biodiversidade, cobertura e uso da terra; infraestrutura (habitação, transporte, energia, água); gestão de recursos hídricos; adaptação e mitigação às mudanças climáticas; riscos naturais ou antropogênicos e gestão territorial (municípios, migrações, economia). Notamos que nenhum deles tem foco direto na educação em geotecnologias de Imagens de Satélite, no entanto, foram selecionados 3 dos 107 trabalhos apresentados, sendo um deles resultado de pesquisa em Educação

denominada de *Jogos educativos relacionados às Geotecnologias para a comunidade escolar pública da Bahia*, além de dois artigos em Educação denominados como *Geotecnologias em inovação e possibilidades de ensino e aprendizagem* e *Detecção de desmatamento utilizando algoritmos de aprendizado profundo, radar e imagens multiespectrais*. Desses últimos, o primeiro faz uma alusão direta à aplicação das geotecnologias no ensino e na aprendizagem sem identificar a Imagem de Satélite como uma geotecnologia e o segundo não é relevante, apesar de sua seleção, por tratar da sistematização na aprendizagem de algoritmos para uma finalidade específica.

É evidente que o ensino de geotecnologias e, em particular, de Imagem por Satélite é um tema ainda em desenvolvimento no meio acadêmico. A falta de produção acadêmica e de pesquisa sobre esse tema pode ser atribuída a uma variedade de razões, como a ausência de treinamento especializado em geotecnologias entre os professores, a falta de recursos para adquirir a tecnologia necessária para implementar essas ferramentas no ensino ou, simplesmente, a falta de conscientização sobre o potencial que essas tecnologias podem oferecer para o campo da Engenharia. Entretanto, apesar dessa baixa produção, é importante destacar que as geotecnologias — em especial, as Imagens de Satélite — apresentam grande potencial na área da Engenharia, uma vez que permitem a aquisição rápida e precisa de informações geoespaciais, as quais podem ser extremamente úteis em diversas aplicações como Geologia, Geomorfologia, Hidrologia, Agricultura, entre outras.

Portanto, é necessário promover a formação em Geotecnologia nos programas de Engenharia, fomentando a pesquisa nessa área e incentivando a colaboração entre acadêmicos e profissionais do setor. Dessa forma, o potencial das geotecnologias pode ser plenamente explorado na formação de engenheiros capazes de enfrentar os desafios do mundo atual.

3.1.4.4 Geotecnologias e Imagens de Satélite na Universidade Distrital

Um dos aspectos mais relevantes sob o qual as Imagens de Satélite podem ser vistas como parte das geotecnologias na formação profissional colombiana tem a ver com as características geográficas privilegiadas do território: diversidade de relevos, zonas climáticas, ecossistemas e hidrografia do país. Esses atributos são onde se destaca o importante papel dos professores no ensino de Sensoriamento Remoto, Teledetecção ou Teledetecção para engenheiros, pois são componentes fundamentais na contribuição do conhecimento, bem como cooperam para a

formação de profissionais capazes de gerar soluções para esse tipo de necessidade com ferramentas tecnológicas para realizar seu trabalho a nível profissional.

O Sensoriamento Remoto — ou a Percepção Remota — entendido como uma ciência multidisciplinar, segundo Rodríguez *et al*. (2009), cujo objetivo é identificar as características e os fenômenos da superfície terrestre através do uso de Imagens de Satélite, é uma disciplina de grande importância na formação de engenheiros topográficos, geodésicos, civis, agronômicos, agrícolas, ambientais, oceanográficos, aeroespaciais e profissionais das Ciências da Terra. Contudo, há um fator muito importante na construção do conhecimento e no ensino do Sensoriamento Remoto: o desenvolvimento de programas espaciais direcionados pelos governos de cada país.

Um dos avanços tecnológicos que têm sido utilizados nos últimos anos em diferentes áreas da sociedade está relacionado ao campo de pesquisa em torno da Imagem de Satélite (IS). O Dr. Emilio Chuvieco, em suas diferentes publicações — como Fundamentos do Sensoriamento Espacial Remoto (Chuvieco; Vega, 1990) e Sensoriamento Remoto Ambiental (Chuvieco *et al*., 2010) —, fez contribuições valiosas ao enfatizar e direcionar aplicações de seu uso na resolução de problemas ambientais sociais, demográficos, territoriais, educacionais, políticos, culturais e de saúde pública.

As diferentes denominações permitiram localizar referências conceituais no estudo e na aquisição de Imagens de Satélite, que fazem parte dessas geotecnologias. Chuvieco e Vega (1990, p. 24), por exemplo, definem Sensoriamento Remoto como "aquela técnica que permite adquirir imagens da Superfície Terrestre a partir de sensores instalados em plataformas espaciais". Lira (2003, p. 15), autor mexicano, descreve que "o Sensoriamento Remoto foi definido em seu desenvolvimento histórico como a obtenção de informações sobre uma superfície ou cena, utilizando luz visível e invisível, através da análise automatizada de dados, obtidos remotamente por um sensor remoto".

Outras definições podem ser observadas na Tabela 5, que nos permite perceber o crescimento e a necessidade de aprofundamento nelas, uma vez que utilizam uma tecnologia remetida em plataformas de satélite ou "Sensores Remotos". Assim, os estudos sobre geotecnologia e Imagem de Satélite fazem alusão a diferentes referências conceituais, como: "Sensoriamento Remoto" em inglês; ou "Sensoriamento Remoto" em espanhol; "Sensor Remoto" em português, também usado na Espanha.

Tabela 5 — Conceitos de Imagens de Satélite como geotecnologia.

DESIGNAÇÕES	SENSORIAMENTO REMOTO	SENSORIAMENTO REMOTO OU SENSORIAMENTO REMOTO	*SENSORIAMENTO REMOTO*	SENSORIAMENTO REMOTO
ASPECTO DESTACADO	O sensoriamento remoto é "uma técnica que permite a aquisição de imagens da superfície da Terra a partir de sensores instalados em plataformas espaciais" (p. 18).	"O Sensoriamento Remoto foi definido em seu desenvolvimento histórico como a obtenção de informações sobre uma superfície ou cena, usando luz visível e invisível, por meio da análise automatizada de dados obtidos remotamente por um sensor remoto" (p. 15).	"Sensoriamento Remoto" é o: "Registro de informações das regiões ultravioleta, visível, infravermelho e micro-ondas do espectro eletromagnético, sem contato, por meio de instrumentos como câmeras, scanners, lasers, localizados em plataformas como aeronaves ou satélites" (p. 4).	"O Sensoriamento Remoto é o uso de sensores para adquirir informações sobre objetos ou fenômenos sem contato direto entre eles" (p. 3)
PERSPECTIVA DE IMAGEM DE SATÉLITE	Do ponto de vista da análise geográfica regional (focada na utilização de IS como instrumento de análise geográfica local).	Aborda a natureza das Imagens de Satélite (com foco no processo de aquisição de IS).	Pela natureza da luz, utilizam o espectro radio métrico e as diferentes plataformas de captura (focadas no processo de obtenção de IS).	Forma de aquisição de informação (focado no processo de obtenção de IS).
EXEMPLO DE AUTORES	E Chuvieco (1990) (Espanha) Geógrafo.	J Lira (2003) (México) Licenciatura em Física.	J Jensen (2011) (EUA).	De Moraes Novo (2010) (Brasil).

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Isso demonstra que existem diferentes referências conceituais para pesquisas em geotecnologia relacionadas a Imagens de Satélite. Também é possível reconhecer que há conhecimento sobre Imagens de Satélite por parte de pessoas comuns ou da população, ao utilizarem seus *smartphones* para localizar lugares ou, simplesmente, viajar de carro valendo-se de navegadores ou Sistemas de Posicionamento Global (GPS) para chegar ao seu destino (conhecimento comum).

3.1.4.5 Fundamentos teóricos para o estudo de geotecnologias e Imagens de Satélite em programas de graduação na Universidade Distrital

Este capítulo apresenta uma revisão dos fundamentos teóricos das Geotecnologias — Imagens de Satélite (IS) — nos programas de graduação da Universidade Distrital. Da mesma forma, explica a origem do termo para cada uma das ciências, das técnicas ou cada um dos sistemas

que incluem IS como uma importante ferramenta de tratamento em seu desenvolvimento: Sensoriamento Remoto, Percepção Remota, Imagens de Satélite, Estrutura de Imagens de Satélite e Espectro Eletromagnético.

A etimologia da palavra refere-se à aquisição de informações sobre um objeto ou fenômeno sem fazer contato físico com ele, portanto, contrasta com a observação direta ou *in situ*. No uso moderno, o termo, geralmente, refere-se ao uso de tecnologias de sensores montadas em plataformas espaciais ou aéreas que detectam e/ou classificam fenômenos na Terra por meio de ondas eletromagnéticas propagadas (Di Leo, 2015, p. 1), de acordo com Walker (2006).

Na língua inglesa, utiliza-se o termo *Remote Sensing*, enquanto em português emprega-se a expressão Sensoriamento Remoto, cunhado em meados da década de 1950 pela geógrafa e oceanógrafa Evelyn Lord Pruitt (São Francisco, 1918–2000), durante o tempo em que trabalhou para o ONR (USA Office Naval Research). Parece que o termo apareceu, pela primeira vez, em um curso de Fotogeologia na reunião anual da Sociedade Geológica Americana, em 1958. Como o próprio vocábulo indica, o sensoriamento remoto implica que o sensor encarregado de coletar os dados esteja a uma distância considerável do alvo a ser observado, em contraste com os conceitos de "próximo", "*sensing* " ou "*in situ sensing*", que podem ser aplicados em alguns estudos médicos, por exemplo (ressonância magnética, tomografia computadorizada, PET ou SPECT).

O termo foi usado, inicialmente, por Pruitt para caracterizar as primeiras vistas espaciais da Terra obtidas pelos primeiros satélites meteorológicos, que eram, evidentemente, mais "distantes" do que aquelas obtidas até então por aeronaves meteorológicas. Atualmente, o termo Sensoriamento Remoto está absolutamente estabelecido e indica a aquisição de informações à distância.

No entanto, Fernández, Gallardo e Mayorga (1996, p. 183, tradução nossa) indicam que "a palavra sensoriamento remoto vem da tradução do francês <<télédétection >> em 1967 para o termo anglo-saxão <<sensoriamento remoto>>". É um nome formado a partir de duas raízes: "tele" e "detecção", em que "tele" é de origem grega e significa "de longe", e "detecção" vem do inglês, mas é de origem latina — do verbo "detego", que significa "descobrir". De acordo com sua etimologia, a palavra significa, então, "ação de descobrir à distância".

O Sensoriamento Remoto não pode ser considerado uma ciência pura, é um conjunto de ciências e tecnologias que se desenvolveram ao longo dos últimos dois séculos e deram origem a uma disciplina multidisciplinar baseada nos conhecimentos da Física, da Matemática. Esse

conjunto desenvolveu-se, principalmente, graças aos avanços tecnológicos nas telecomunicações e na computação. Somente a conjunção perfeita de todos eles dá origem ao Sensoriamento Remoto (Rodríguez *et al*., 2009). Ademais, é nomeado por vários autores como uma ciência multidisciplinar, uma disciplina científica, uma técnica ou um conjunto de técnicas. Na busca de uma definição com a qual houvesse concordância, constatou-se que Rodríguez *et al*. (2009, p. 401, tradução nossa) mencionam que:

> O sensoriamento remoto moderno depende dos sensores que nos permitem capturar as informações que queremos adquirir, dos dispositivos usados para transmitir essas informações e, finalmente, da maneira como os dados serão analisados, sem mencionar sua interpretação física.

É por isso que compartilhamos a definição de Sensoriamento Remoto como uma ciência multidisciplinar, cujo desenvolvimento depende do sensor que permite capturar a informação, dos dispositivos utilizados para enviar a informação e da forma como os dados são analisados. Alguns desses caminhos são baseados no aprimoramento do conhecimento científico e alguns são baseados no desenvolvimento tecnológico (Rodríguez *et al*., 2009).

Nesse sentido, Sensoriamento Remoto é definido como a ciência e a arte de obter informações úteis sobre um objeto, uma área ou um fenômeno, por meio da análise e da interpretação de dados de imagem adquiridos por equipamentos que não estão em contato físico com o objeto, a área ou o fenômeno sob investigação. Segundo o Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), inicialmente, no contexto norte-americano e europeu, o termo Sensoriamento Remoto, ou *Remote Sensing* (teledetecção), tornou-se mais popular, ao passo que, hoje em dia, além da localização, ambos são usados indistintamente, assim como Percepção Remota, todos se referindo ao mesmo conceito (IGAC, 2010).

Portanto, o Sensoriamento Remoto é definido como uma técnica de aquisição e aplicação de informações sobre um objeto sem qualquer contato físico com ele. A informação, nesse contexto, é adquirida através da detecção e da medição das alterações que o objeto impõe ao campo ao seu redor — esse sinal pode incluir um campo eletromagnético emitido e uma perturbação do campo gravitacional ou potencial magnético com a presença do objeto (Liu, 2015, p. 3).

A técnica de Sensoriamento Remoto pode ser melhor compreendida, ainda, pela conceptualização do próprio termo: “Remoto” significa “sem contato direto” e “Sensoriamento” é

a utilização de sensores para detectar dados variáveis de uma superfície, como temperatura, distribuição de cores, relevo e muitos outros.

A expressão foi cunhada e popularizou-se na década de 1960, graças à Era Espacial, iniciada em outubro de 1957 com o lançamento do Sputnik I. Contudo, as primeiras teorias e técnicas, indispensáveis ao avanço do Sensoriamento Remoto, precederam a corrida espacial. Destacam-se, entre elas, a teoria clássica do eletromagnetismo, de James Clerk Maxwell (1831–1879), além do desenvolvimento do radar (~1930) e dos sensores infravermelhos (~1940) (Mundo Geo, 2013).

Sensores Remotos são dispositivos instalados em plataformas de satélites destinados a captar energia eletromagnética, refletida ou emitida, pelos objetos observados na superfície da Terra. Existem dois tipos de sensores, dependendo da natureza da energia detectada: sensores ativos e passivos.

Segundo ARSET (2023, p. 17, tradução nossa), sensores passivos "medem energia radiante refletida ou emitida pelo sistema Terra-atmosfera ou mudanças na gravidade da Terra. A energia radiante se converte em quatidades biogeofísicas como temperatura, precipitação e umidade do solo". Sendo assim, limitam-se a coletar energia eletromagnética da Terra e da atmosfera, seja ela refletida pelos raios solares, dependendo do tipo de detector utilizado. Eles podem registrar diferentes partes da energia eletromagnética dentro dos comprimentos de onda, do ultravioleta às micro-ondas.

Por sua vez, sensores ativos requerem uma fonte interna de energia que emitem em direção à superfície da Terra. A fração de radiação que retorna é medida e fornece informações sobre os objetos observados. Eles são sensores ativos de micro-ondas, radar e *laser* (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2020).

O olho humano é o sensor natural com o qual percebemos informações sobre a superfície da Terra, entretanto, é limitado à região espectral visível. Em contraste, os sensores que viajam a bordo de satélites artificiais são, geralmente, multiespectrais e até hiperespectrais. Isso significa que eles são capazes de registrar o comportamento de objetos na superfície da Terra em vários comprimentos de onda ou bandas do espectro eletromagnético, desde a região visível até as diferentes bandas do infravermelho (próximo, médio e térmico) e micro-ondas.

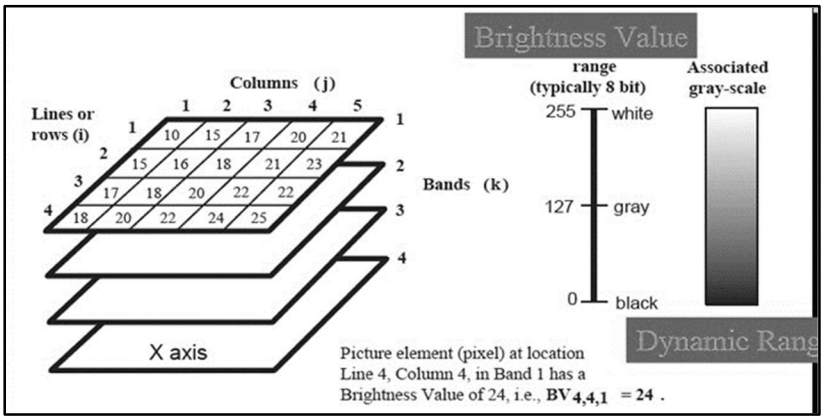
Uma Imagem de Satélite "é uma matriz digital de pontos capturados por um sensor montado em um satélite orbitando a Terra. Conforme o satélite se move em sua órbita, ele 'varre' a superfície

com um conjunto de detectores que registram a energia refletida" (Vega; Isabel, 2010, p. 13, tradução nossa).

Os elementos que compõem a superfície da Terra se comportam de forma diferente sob a influência da luz solar, dependendo, entre outros fatores, de suas características físico-químicas. Dessa forma, a energia que eles refletem é captada por sensores de satélite em diferentes comprimentos de onda, que são, então, codificados em valores digitais conhecidos como valores de cinza. As unidades mínimas de amostragem que compõem uma imagem, chamadas de *pixels*, são geradas a partir da combinação de três valores de cinza, aos quais são atribuídos filtros (verde, vermelho e azul). A combinação dessas três cores, atribuídas a diferentes bandas espectrais, constitui a Imagem de Satélite (Carballo; Goldberg, 2014).

Tem-se a parcela da estrutura da Imagem de Satélite em formato Raster (Figura 12), como uma matriz de *pixels*, onde cada um deles coincide com um valor digital de reflectância ou Nível Digital (ND). A informação de cada um desses níveis está em uma resolução radiométrica de 8 *bits*, o que corresponde a 256 valores de cinza (0 a 255), onde 0 se refere ao tom preto e 255 ao tom branco.

Figura 12 — Estrutura da Imagem de Satélite.

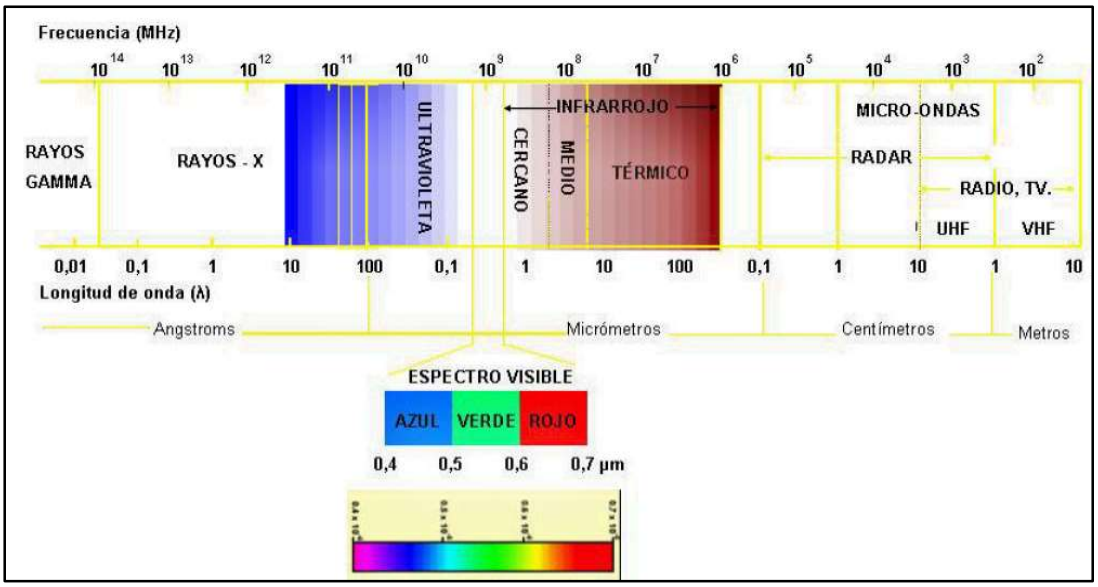


Fonte: Jensen (2015).

O espectro eletromagnético representa a distribuição da radiação eletromagnética por regiões de acordo com o comprimento de onda (Figura 13). Estende-se desde os raios cósmicos ou comprimentos de onda curtos até as baixas frequências de rádio e comprimentos de onda longos. A região mais usada no espectro eletromagnético é a região visível e infravermelha próxima entre 400 nm e 700 nm. As regiões de transmissão atmosférica e/ou regiões infravermelhas são utilizadas

por sistemas radiométricos que trabalham de 700 nm a 1500 nm (infravermelho térmico). Já os sensores de micro-ondas e radar operam em comprimentos de onda que variam de 1 mm a 1 m.

Figura 13 — Espectro eletromagnético.



Fonte: Vega e Isabel (2010).

3.1.4.6 Currículo e geotecnologias no ensino de Imagens de Satélite — Universidade Distrital

O ensino de Imagens de Satélite, como uma das muitas geotecnologias utilizadas hoje na formação de futuros profissionais, está, cada vez mais, incluído nos currículos não apenas dos programas de Engenharia, mas também na maioria dos programas profissionais, especialmente aqueles relacionados ao meio ambiente e à sociedade.

Uma revisão dos programas da Universidade Distrital, para determinar as informações disponíveis sobre eles para o ensino de IS, descobriu que alguns deles não incluíam o conteúdo específico da disciplina durante o semestre, portanto, esse ensinamento não pôde ser identificado.

Por outro lado, para caracterizar o ensino de IS, foram identificados os seguintes aspectos: o semestre em que a disciplina é ministrada, a modalidade — que pode ser obrigatória ou eletiva — e o tipo de disciplina — que pode ser teórica, prática ou teórico-prática. Além disso, foi realizada uma revisão detalhada dos tópicos de conteúdo, a fim de determinar em qual, especificamente, as IS eram ministrados.

Da mesma forma, de acordo com a descrição dos conteúdos específicos do ensinamento de IS, foi realizada uma verificação para descobrir quais deles o estudaram do ponto de vista do ensino e quais o viram do ponto de vista da aplicação. Notou-se que 8 projetos curriculares de graduação oferecem programas em ensino sobre IS, onde as seguintes informações foram analisadas e registradas: nome do projeto curricular, corpo docente, tipo de disciplina — eletiva ou obrigatória; teórica ou teórico-prática — e objetivos do assunto com referência direta às IS.

Conforme consta no Anexo D, identificamos, em 2 faculdades da Universidade, o *conteúdo programático* do ensino de IS. Quanto a espaços acadêmicos ou disciplinas, em 3 projetos curriculares da Faculdade de Meio Ambiente e Recursos Naturais, são oferecidos 5 e, em 2 projetos curriculares da Faculdade de Engenharia, são ofertados 6. A maioria desses espaços acadêmicos ou disciplinas sobre ensino de IS são disponibilizados em formatos obrigatórios e básicos, o que indica que seu ensino tem grande importância na formação de diversos profissionais, como: engenheiros cadastrais, agrimensores, engenheiros de sistemas, engenheiros sanitaristas e engenheiros florestais, à semelhança do que é identificado em nível nacional.

Das referências conceituais sobre Imagens de Satélite identificadas nos objetivos formulados no *programa* (Anexo D), a denominação “Sensoriamento Remoto” é a mais utilizada nos diferentes projetos curriculares de ensino dessa geotecnologia e, também, a mais utilizada pelos autores latino-americanos; seguida pelo SIG, referência que vem ganhando bastante força em sua implementação, por ser um conceito que combina Imagens de Satélite e sistemas de informação, como o uso do Sistema de Posicionamento Global (GPS) e da cartografia digital, entre outros. Esse aspecto está relacionado com a grande massificação da comunicação e do acesso à informação (Ibáñez, 2012). Outros nomes, como interpretação de imagens, sistemas de radar e informação espacial e modelagem de dados, são referências conceituais para o ensino de Imagem de Satélite e aparecem associadas a uma perspectiva mais prática — elaboração de maquete digital, manipulação de dados espaciais etc.

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia desta pesquisa está enquadrada em um estudo de caso, que se caracteriza pela observação detalhada de um professor de Engenharia Topográfica da Universidade Distrital "Francisco José de Caldas" na cidade de Bogotá, Colômbia, docente atuante com pouco mais de quinze anos de experiência no ensino de geotecnologias/Imagem de Satélite (IS), assim como imerso na educação universitária.

Em relação à abordagem da pesquisa, ela caracteriza-se como qualitativa, do tipo estudo de caso, que envolve um processo de investigação constituído pelo exame detalhado, abrangente, sistemático e aprofundado do caso em estudo. Suas características essenciais seriam particularista, descritiva, heurística e indutiva:

a) particularista: Concentra-se em uma situação, evento, programa ou fenômeno específico. O caso em si é importante pelo que revela sobre o fenômeno e pelo que pode representar. Essa especificidade torna-o especialmente adequado para problemas, questões, situações ou eventos práticos que surgem na vida cotidiana;
b) descritivo: O produto final é uma descrição rica e densa do fenômeno em estudo. Ele pode incluir diferentes variáveis e ilustrar sua interação, geralmente ao longo de um período de tempo, de modo que trabalhos desse escopo podem ser estudos longitudinais. A descrição, aqui, é de tipo qualitativo;
c) heurística: Pesquisas com esse atributo iluminam a compreensão do leitor sobre o fenômeno em estudo. Elas podem levar à descoberta de novos significados, ampliar a experiência do leitor ou confirmar o que já é conhecido. Assim, relações e variáveis antes desconhecidas podem surgir, levando a uma reformulação do fenômeno;
d) indutivo: São trabalhos baseados no raciocínio indutivo. Generalizações, conceitos ou hipóteses surgem de um exame de dados com base no próprio contexto. Ocasionalmente, hipóteses de trabalho provisórias podem estar presentes no início do estudo. A descoberta de novos relacionamentos e conceitos, em vez da verificação de hipóteses pré-determinadas, caracteriza os estudos de caso qualitativos.

O universo da produção humana, que pode ser resumido no mundo das relações, das representações e da intencionalidade, é objeto da pesquisa qualitativa, uma vez que dificilmente pode ser traduzido em números e indicadores quantitativos (Minayo *et al*., 2010). Ademais, a "pesquisa qualitativa dá profundidade no mundo dos significados" (Minayo *et al*., 2010, p. 21).

Durán (2012, p. 121) emprega uma definição muito prática do estudo de caso (EC):

> O Estudo de Caso — EC é uma forma de abordar um determinado fato, fenômeno, evento ou situação de forma profunda e em seu contexto, o que permite uma maior compreensão de sua complexidade e, portanto, o maior aprendizado a partir do caso em estudo. Utiliza múltiplas fontes de dados e métodos, é transparadigmático e transdisciplinar.

Na pesquisa qualitativa, o estudo de caso tem uma vantagem epistemológica sobre outros métodos de investigação (Stake, 1999), pois é uma ferramenta flexível e especialmente útil para a análise de questões humanas. Seu estilo acessível facilita a compreensão e captura o interesse de diversos leitores, pois está alinhado com suas experiências, tornando-se uma base natural para generalização. Isso deve-se, em parte, à universalidade e à importância do conhecimento experiencial e à compatibilidade do estudo de caso com ele.

Ao abordar a pesquisa qualitativa, entramos em um processo de exploração, manipulação e aplicação do conhecimento na realidade concreta, em diferentes níveis e profundidades. Nesse sentido, o termo "qualitativo" enfatiza a análise das qualidades e características das entidades, bem como de seus processos e significados. Sobre ela, Denzin e Lincoln (2005, p. 7, tradução nossa) afirmam que:

> A pesquisa qualitativa é um campo interdisciplinar, transdisciplinar e muitas vezes contradisciplinar que abrange as ciências humanas, sociais e físicas. A pesquisa qualitativa é muitas coisas ao mesmo tempo e é multiparadigmática em sua abordagem. Os praticantes são sensíveis ao valor de uma abordagem multimetódica e estão comprometidos com uma perspectiva naturalista e uma compreensão interpretativa da experiência humana. Ao mesmo tempo, o campo é inerentemente político e construído por múltiplas posições éticas e políticas.

Também Denzin, Lincoln e Giardina (2006, p. 773) expressam o seguinte:

> A pesquisa qualitativa é uma atividade que localiza o observador no mundo; consiste em uma série de práticas interpretativas, materiais que tornam o mundo

> visível e o transformam, transformando-o em uma série de representações, incluindo notas de campo, entrevistas, conversas, fotos, gravações, entre outros. Nesse nível, a pesquisa qualitativa envolve uma abordagem naturalista interpretativa do mundo, o que significa que pesquisadores qualitativos estudam coisas em seu ambiente natural, tentando entendê-las, ou interpretar fenômenos em termos do significado que as pessoas (atores) lhes dão. Para isso, os pesquisadores qualitativos utilizam uma grande variedade de práticas interpretativas interligadas, a fim de obter uma melhor compreensão do assunto em estudo em contextos variados e complexos, partindo do princípio de que cada prática torna o mundo visível de uma maneira diferente, pois a realidade objetiva nunca pode ser capturada, de modo que conhecemos algo apenas por meio de suas representações (Denzin; Lincoln; Giardina, 2006, p. 773).

Por essa razão, a pesquisa qualitativa é, inerentemente, focada no multimetódico (Flick *apud* Denzin; Lincoln; Giardina, 2006, p. 5). O uso de múltiplos métodos (triangulação) reflete uma tentativa de obter uma compreensão mais profunda do fenômeno em questão, tornando-se uma alternativa de validação ao adicionar rigor, amplitude, complexidade, riqueza e profundidade a qualquer pesquisa. Diante disso, Gurdián-Fernández (2010, p. 180, tradução nossa) destaca que

> os processos de pesquisa qualitativa são multicíclicos e espirais por natureza. Geralmente respondem a um desenho semiestruturado e flexível, o que implica que as hipóteses ou suposições de trabalho têm um caráter emergente e evoluem dentro de uma dinâmica heurística.

Ainda, para Gurdián-Fernández (2010), a principal característica da pesquisa qualitativa é seu interesse em captar a realidade através do olhar dos sujeitos atuantes, a partir da percepção que eles têm do seu próprio contexto, partindo do princípio de que a realidade é construída socialmente, é histórica e muda constantemente. Desse modo, busca-se construir um tipo de conhecimento que permita captar o ponto de vista daqueles que produzem e vivenciam a realidade social e cultural, entendendo que o acesso ao conhecimento (do que é especificamente humano) está relacionado a um tipo de realidade epistêmica cuja existência se dá nos níveis subjetivo e intersubjetivo, e não apenas no nível objetivo. Para Gurdián-Fernández (2010), isso se traduz, então, na adoção de uma posição metodológica dialógica em que crenças, valores, mitos, preconceitos e sentimentos, entre outros, são aceitos como elementos de análise para produzir conhecimento sobre a realidade humana.

O estudo de caso (EC) tem sido usado em escolas de Negócios, Direito, Psicologia, Antropologia ou Educação, desde a década de 1970, de duas maneiras: como uma ferramenta

pedagógica ou como uma forma de pesquisa. Macluf, Beltrán e González (2008) o identificam como método de ensino-aprendizagem:

> Um estudo de caso é um método de aprendizagem que começa com um exemplo complexo considerado como um todo em seu contexto e se baseia em uma compreensão holística desse exemplo por meio de uma descrição e análise muito detalhadas (United States General Accounting Office, 1990, p. 14 *apud* Macluf; Beltrán; González, 2008, p. 8, tradução nossa).

O estudo de caso em Educação, por exemplo, imita ou simula uma situação real (Ellet *apud* Durán, 2012, p. 124), assumindo-se que o caso é uma representação verbal da realidade que coloca o leitor no papel de participante da situação. Embora a unidade de análise do caso varie muito — de um indivíduo ou uma organização singular a uma nação inteira ou ao mundo —, ele tem um propósito comum: representar a realidade, transmitindo uma situação com todas as suas complicações e arestas — incluindo irrelevâncias, facetas, equívocos, pouca ou muita informação sobre ela —, sendo, assim, apresentada de forma lógica, coerente e fluida. Contudo, inevitavelmente, envolve incerteza porque as situações reais consistem em alguma clareza, muita ou pouquíssima informação e bastante contingências, sendo isso o que os casos fazem: fornecem aos alunos o equivalente a um laboratório usado pelos médicos em sua formação.

4.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Esse escopo de pesquisa é "uma investigação empírica que estuda um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e seu contexto não são claramente evidentes" (Yin, 1994 *apud* Macluf; Beltrán; González, 2008, p. 8, tradução nossa).

Além disso, Durán (2012, p. 125) afirma que:

> Uma pesquisa de estudo de caso lida com sucesso com uma situação tecnicamente distinta na qual há muito mais variáveis de interesse do que dados observacionais; e, como resultado, depende de múltiplas fontes de evidências, com dados que devem convergir em um estilo de triangulação; e, também como consequência, se beneficia do desenvolvimento prévio de proposições teóricas que orientam a coleta e a análise de dados (Durán, 2012, p. 125).

4.1.1 Otimizando a compreensão do caso

Stake (1999) aponta cinco requisitos para otimizar a compreensão do caso, sendo os que aplicamos na presente pesquisa:

a) seleção do tópico: segundo Stake (1999, p. 445-447) existem casos intrínsecos, instrumentais e coletivos ou múltiplos. O estudo de caso (EC) intrínseco é aquela em que se busca obter melhor compreensão de um caso específico, em razão de um interesse particular. Isso é importante, por si só, pela sua particularidade, ou seja, algo extraordinário, não é para entender uma construção abstrata, genérica ou porque pretendemos construir teoria. Dessa forma, o EC intrínseco é o que selecionamos para nossa pesquisa;
b) a triangulação reflete uma tentativa de obter uma compreensão profunda do fenômeno em estudo. Stake (1999, p. 454) define-a como "um processo de utilização de múltiplas percepções para clarificar significados, verificando a repetibilidade de uma observação ou interpretação", dado que a realidade objetiva nunca pode ser capturada: conhecemos uma coisa apenas através das suas representações. Desse modo, "a triangulação não é uma ferramenta ou uma estratégia de validação, mas uma alternativa para validação" (Flick *apud* Denzin; Lincoln; Giardina, 2006);
c) o conhecimento experiencial refere-se à relação com a facilitação das experiências vividas — do pesquisador — e a flexibilidade cognitiva — do leitor. O conhecimento experiencial também é composto por concepções explícitas nas quais está presente um certo nível de reflexão — conjunto de princípios, concepções, metáforas e imagens que as pessoas têm sobre as diferentes variáveis presentes em sua experiência pessoal;
d) contextos: aspectos históricos, culturais, físicos e geográficos, além dos contextos econômico, social, político, ético e estético, devem ser considerados em sua interação e sua influência com o caso em estudo, conforme a delimitação feita;
e) atividades: Deve-se começar o estudo com um esboço do que o relatório final poderia ser, antecipando a ordem e o tamanho das partes da história. Dessa forma, pode-se reduzir as chances de recuperar muitos dados de qualquer tipo.

Esses cinco requisitos foram levados em consideração para o desenvolvimento de nossa pesquisa em nosso projeto curricular de Engenharia Topográfica, na Universidade Distrital Francisco José de Caldas, em Bogotá, Colômbia, com professores experientes no ensino de geotecnologias — Imagens de Satélite (IS).

4.1.2 Fatores ou condições para a utilização da estratégia de pesquisa

O que torna cada estratégia de pesquisa diferente não é a hierarquia, mas três fatores ou condições, segundo Yin (1994 *apud* Macluf; Beltrán; González, 2008, p. 9), fatores ou elementos que determinam a conveniência de se escolher usar uma ou outra estratégia específica, sendo eles:

> 1. O tipo de questão de pesquisa
> 2. O grau de controle sobre o comportamento real dos eventos em estudo e
> 3. O foco temporal do fenômeno ou evento a ser estudado pode ser histórico ou contemporâneo (Macluf; Beltrán; González, 2008, p. 9, tradução nossa).

A Tabela 6 mostra esses três fatores ou elementos e sua relação com as cinco estratégias de pesquisa: experimentos, pesquisas, registros de arquivo, história e, para nossa pesquisa, o estudo de caso.

Tabela 6 — Fatores ou condições para a utilização da estratégia de pesquisa.

	FATORES ou CONDIÇÕES		
ESTRATÉGIA	**Tipo de pergunta**	**Requer controle?**	**O foco está nos efeitos contemporâneos?**
EXPERIMENTAR	Como? Por quê?	Sim	Sim
ENQUETE	Quem? - Que? - Onde? - Quanto? - Quantos?	Não	Sim
REGISTRO DE ARQUIVO	Quem? - Que? - Onde? - Quanto? - Quantos?	Não	Não - /Sim
HISTÓRIA	Como? - Por quê?	Não	Não
ESTUDO DE CASO	Como? - Por quê?	Não	Sim

Fonte: Yin (1994 *apud* Macluf; Beltrán; González, 2008, p. 9).

Para nossa pesquisa de estudo de caso, os tipos de pergunta “Como? Por quê?” tendem a ser explicativos, favorecendo o uso da estratégia do estudo de caso (EC).

Por fim, o EC incorpora duas fontes de evidência: observação direta do(s) evento(s) em estudo e entrevistas com indivíduos envolvidos nesses eventos. Pelos motivos acima, foram realizadas as seguintes etapas.

4.1.3 Etapas da pesquisa

As etapas desta pesquisa são descritas a seguir, incluindo a localização contextual, a compreensão dos estudos de caso, a caracterização do CDC, a disseminação dos resultados e a descrição da comunidade beneficiada.

4.1.3.1 Etapa 1: Localização contextual da pesquisa

Selecionam-se 2 professores de Engenharia Topográfica da Universidade Distrital Francisco José de Caldas, no ensino de geotecnologias — Imagem de Satélite (IS) —, na disciplina de Sensoriamento Remoto, com mais de 15 anos de experiência profissional com formação de pós-graduação na área específica de Geotecnologias, para a identificação de componentes, suas relações e dos Eixos DOC no Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC), segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), por meio da observação de aulas e ampliação do instrumento ReCo.

4.1.3.2 Etapa 2: Compreendendo estudos de caso (EC)

Tem-se a aplicação de uma entrevista semiestruturada para determinar os processos de reflexão na e sobre a ação, segundo o modelo de Park e Oliver (2008), realizando uma transformação dos dados em unidades para análise de conteúdo através das transcrições das aulas pelo *software* Atlas Ti.

4.1.3.3 Etapa 3: Caracterização do CDC e disseminação dos resultados

Os componentes do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC), suas relações e seus Eixos DOC são identificados no ensino de geotecnologias de Imagens de Satélite (IS) para publicação em artigo de periódico indexado e apresentação em congresso.

4.1.3.4 Descrição da comunidade beneficiada

A comunidade beneficiada descreve-se como a comunidade docente universitária, especificamente os professores que lecionam as áreas de Geociências em geral, os professores das áreas de Geotecnologias, a comunidade estudantil e os futuros profissionais desses campos, especialmente os engenheiros topógrafos da Universidade Distrital — que são profissionais de Engenharia com capacidade de analisar, calcular, coordenar, planejar, projetar, administrar e gerenciar projetos de levantamento georreferenciado aplicados a obras civis e a outras áreas do conhecimento, enquadrados no desenvolvimento sustentável, além de resolverem os problemas sociais e técnicos que a comunidade requer com uma concepção holística da realidade onde interage.

5 RESULTADOS DA PESQUISA

Este capítulo apresenta o estudo prático realizado nesta pesquisa. A metodologia utilizada é mostrada aqui. Também são descritos a construção do caso, os participantes e sua respectiva contextualização, bem como os instrumentos de coleta de dados e os registros desses, juntamente com sua organização e categorização. São fornecidas informações detalhadas sobre como foi realizada a sistematização para construir o mapa do CDC com base na entrevista do ReCo e nos episódios de cada uma das aulas. Por fim, as fases da pesquisa são resumidas e relacionadas aos seus objetivos e às suas questões orientadoras.

5.1 PROCESSO DE PESQUISA

Esta seção apresenta aspectos relacionados ao modo como o processo de pesquisa foi desenvolvido, definindo o modelo, a orientação, a construção do caso, a forma como os dados foram coletados e as técnicas utilizadas. Para este estudo, foi utilizada uma metodologia qualitativa, com abordagem descritiva e interpretativa. O objetivo é construir o mapa CDC (Park; Oliver, 2008) do tema de ensino para cada professor, com base na análise de um questionário aberto, conhecido como Representação de Conteúdo (ReCo), em observações em sala de aula e em uma entrevista de auto confrontação. Neste estudo, reconhecemos os componentes do CDC da seguinte forma: Orientação para o Ensino de IS (OEI), Conhecimento de Avaliação de Aprendizagem (CEVA), Conhecimento de Estratégias Instrucionais para o Ensino (CEIE), Conhecimento de Compreensão do Aluno (CCE), Conhecimento do Currículo (CPE) e Eficácia do Professor (EP).

5.2 FOCO DA PESQUISA

Treagust e Won (2023), expressam que “um paradigma de pesquisa é muito mais amplo do que a escolha de tipos de dados”. Diante disso, o foco da presente pesquisa é definido como uma pesquisa qualitativa, com estudo de caso (EC), que tem uma vantagem epistemológica sobre outros métodos de investigação, sendo considerado útil no estudo de assuntos humanos dada sua flexibilidade para capturar a atenção de diferentes leitores graças a um estilo acessível, universal e

conhecimento experiencial frequentemente em harmonia com a experiência do leitor, constituindo uma base natural para generalização (Stake, 1999).

5.3 PARTICIPANTES E CONTEXTO

Nesta pesquisa, foram estudadas as práticas docentes de 2 professores com experiência docente e acadêmica na área de Sensoriamento Remoto. A universidade selecionada é a Universidade Distrital Francisco José de Caldas, dentro do projeto curricular de Engenharia Topográfica. Essa instituição pública de Ensino Superior é aberta principalmente a jovens dos estratos socioeconômicos um, dois e três.

Os professores foram selecionados entre o grupo de professores da área de Geomática do projeto curricular com ampla experiência docente e profissional. Os critérios de seleção foram baseados na forma como os professores planejavam e orientavam suas aulas, priorizando as interações com os alunos, ensinando de forma contingente e buscando autonomia e controle sobre sua aprendizagem. Após serem selecionados, cada um deles teve suas reivindicações esclarecidas sobre a pesquisa, tanto do ponto de vista teórico quanto metodológico.

As principais características dos professores participantes deste estudo estão listadas nas Tabelas 7, 8 e 9.

Tabela 7 — Características dos participantes da pesquisa.

Professor/Participante	Um professor	Jennifer[7]
Formação Profissional	Engenheiro Civil	Mestrado em Geomática
Experiência de ensino (anos)	Mais de 25	Universidade
Filiação	Universidade Distrital Francisco José de Caldas	Corpo Docente MEDIOAMB Engenheiro Topográfico
Grupo de estudo	Graduação	(8º) semestre
Assunto	Sensoriamento Remoto	Tópico: Imagem de Satélite
Número de aulas/horas	5	10

Fonte: Elaborada pelo autor.

[7]Pseudônimo para preservar o anonimato dos participantes.

Tabela 8 — Características dos participantes da pesquisa.

Professor/Participante	Um professor	Carlos[8]
Formação Profissional	Engenheiro Topográfico	Mestrado — Geomática
Experiência de ensino (anos)	Mais de 15	Universidade
Filiação	Universidade Distrital Francisco José de Caldas.	Corpo Docente MEDIOAMB Engenheiro Topográfico.
Grupo de estudo	Graduação	(8º) semestre
Assunto	Sensoriamento Remoto	Tópico: Imagem de satélite
Número de aulas/horas	5	10

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 9 — Perfil dos professores participantes.

Nome	**Título profissional/Pós-graduação**	**Tópicos de ensino**
Jennifer	Inglês: …/ Mestrado em Geomática	Sensoriamento Remoto / Sistemas de Informação Geográfica (SIG) / Bases de Dados Espaciais.
Carlos	Inglês: …/ Mestrado em Geomática	Sensoriamento Remoto / Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Fonte: Elaborada pelo autor.

Instrumentos e métodos de coleta de dados usados nesta pesquisa são apresentados a seguir.

5.4 FONTES, INSTRUMENTOS E TÉCNICAS DE COLETA DE INFORMAÇÕES

Para esta pesquisa, foram utilizadas entrevistas como instrumentos para coleta de dados qualitativos, neste caso, entrevistas semiestruturadas relacionadas à biografia dos participantes e entrevistas de Representação de Conteúdo (ReCo) para caracterizar seus CDC. Além disso, a observação em sala de aula e a transcrição escrita foram usadas como ferramentas para analisar eventos de ensino em sala de aula e interações entre alunos. A sinopse de cada uma das aulas permitiu selecionar os segmentos relevantes para a pesquisa. Tudo isso serviu de insumo para a construção do mapa do CDC, que permite uma melhor visualização das interações entre os

[8]Pseudônimo para preservar o anonimato dos participantes.

componentes do modelo de estudo. Cada um desses instrumentos, ferramentas e técnicas de coleta utilizados nesta pesquisa são descritos a seguir.

Para documentar, da forma mais rigorosa possível, os componentes do CDC dos professores, foram utilizados: (i) o questionário aberto, conhecido como Representação de Conteúdo (ReCo), utilizado por Padilla e Garritz (2014) com base em Mulhall, Berry e Loughran (2003), (ii) observações em sala de aula e (iii) entrevistas de autoconfrontação. O exposto acima concentrou-se nos tópicos de ensino selecionados por cada professor para posteriores interpretação e análise. Esses instrumentos permitem reconhecer, em cada participante, as ideias centrais do tema em estudo de acordo com os componentes pré-determinados do CDC e têm sido amplamente utilizados em estudos desse tipo (Padilla; van Driel, 2011; Park; Chen, 2012; Aydin; Boz, 2013; Padilla; Garritz, 2014; Moreno; López-Cortés, 2016). Para a análise das informaçõese, enfim, foi utilizado o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008).

5.4.1 Questionário de Representação de Conteúdo (ReCo)

Primeiramente, o ReCo corresponde a um questionário composto por 14 questões e utilizado por Padilla e Garritz (2014) com base em Mulhall, Berry e Loughran (2003). Cada questão foi associada aos componentes do CDC reconhecidos neste estudo. Para construir o mapa CDC, é estabelecida uma relação entre a demanda implícita das questões ReCo e os componentes CDC segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), que, por sua vez, é organizado e visualizado como um hexágono, mostrando a relação com e entre os diferentes componentes do CDC.

O ReCo foi validado pelos colegas e administrado antes dos acompanhamento da aula. Cada questionário foi enviado e recebido por *e-mail* e o professor participante teve quinze dias para respondê-lo. Com base no viés que o questionário ReCo pode fornecer, as informações são trianguladas com os outros instrumentos de coleta de dados, fortalecendo, assim, a caracterização do CDC.

5.4.2 Observação de aula

Para coletar as informações, utilizamos a observação de sala de aula, o que nos permitiu observar os eventos de ensino de nosso interesse, como as interações que ocorrem entre o professor

e os alunos durante a classe. É importante ter em mente, segundo Rickenmann e Córdoba (2009), que a Observação de Aula não consiste em captar positivamente a totalidade de uma realidade, lembrando, permanentemente, de que o próprio ato de observar já faz parte do processo interpretativo típico da pesquisa qualitativa. Observar a vida em sala de aula é coletar e estruturar informações de um determinado ponto de vista. Portanto, é necessário manter a conexão metodológica entre o modelo de referência interpretativo e as questões de pesquisa que orientarão o foco nos setores e momentos da atividade docente em que se espera que ocorram os tipos de fenômenos a serem observados.

5.4.3 Entrevistas de auto confrontação

Utiliza-se o método de auto confrontação (Amigues; Faita; Saujat, 2004), o qual consiste em submeter a Observação de Aula à análise conjunta do pesquisador com o professor (auto confrontação) ou desse e de um colega com a mesma experiência (auto confrontação cruzada), com o propósito de objetivar, nos discursos descritivo-explicativos que ambos propõem, elementos implícitos tanto do planejamento quanto da gestão da atividade em sala de aula, ou seja, discutir aspectos ou momentos particulares da ação docente. As auto confrontações baseiam-se no convite aos participantes da pesquisa — professores, alunos, se for o caso — para uma leitura comentada e dialogada a partir desses filmes e/ou dos materiais — vestígios escritos, fotografias, notas — coletados pelo pesquisador ao longo de sua observação.

Ademais, o uso de auto confrontações assume nuances particulares porque os filmes não são considerados ou usados como material neutro. Pelo contrário, dados os padrões temporais geralmente longos do material coletado, os confrontos em vídeo são, usualmente, feitos a partir de material editado, fortemente influenciado pela leitura do observador (Rickenmann; Córdoba, 2009).

Os episódios das aulas dos professores foram selecionados a critério do pesquisador, levando em consideração momentos das aulas que estivessem relacionados às categorias e às questões que demandavam discussão. Foi necessário, diante disso, utilizar a estratégia de observação conjunta dos vídeos e suas respectivas transcrições, pois era importante discutir algumas situações vivenciadas nas aulas, a fim de que os professores pudessem aprofundar e explicar certas decisões que surgiram durante as ocasiões. Em todas as sessões de aula analisadas,

foram selecionados momentos de ação docente para auto confrontação, que aparecem na análise e na discussão dos resultados.

5.4.4 Análise de dados

Levando em consideração os instrumentos de coleta de dados — o questionário ReCo, as observações em sala de aula e a entrevista de auto confrontação, bem como sua triangulação —, foi realizada uma análise de conteúdo, seguida de codificação para estabelecer as relações entre os componentes do CDC. Posteriormente, foi realizada uma análise enumerativa entre componentes (LeCompte; Preissle, 1993 *apud* Park; Oliver, 2008), a fim de explorar a relação entre eles para construir os mapas CDC (Park; Chen, 2012; Aydin; Boz, 2013). A relação surge a partir do que está enunciado no ReCo — ideias, experiências, conhecimentos, situações, exemplos ou outros — e da ligação com um componente do CDC, assumindo a questão desse instrumento como sua origem e cruzando-a com os respectivos episódios de aula, bem como com as respostas à entrevista de auto confrontação. Para sistematizar as conexões — relacionamentos em nível declarativo — e, assim, construir o mapa CDC do tópico selecionado pelos professores participantes, foi contabilizado o número de *links* entre o componente de origem e o componente de destino. Em seguida, calculou-se a frequência entre os componentes e, por fim, representou-se, graficamente, a direção do *link* e a frequência dos relacionamentos.

6 RESULTADOS

Nesta seção, discute-se como a análise do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) em docentes de Engenharia revela que os professores tendem a enfatizar dois aspectos fundamentais: a clareza sobre os propósitos formativos de sua disciplina e a compreensão das características e necessidades de seus estudantes. Observa-se, a partir dos resultados a seguir, uma marcada tendência de adaptar as estratégias de ensino conforme o nível de compreensão dos alunos, demonstrando uma prática docente reflexiva e centrada na aprendizagem. Contudo, surge, como área comum de melhoria, uma menor atenção à articulação explícita entre os conteúdos ministrados e as diretrizes curriculares institucionais, sugerindo oportunidades para se fortalecer a coerência programática na formação em Engenharia.

6.1 O CASO DA PROFESSORA JENNIFER

A professora Jennifer demonstrou um CDC bem estruturado, com forte integração entre sua compreensão dos objetivos formativos do Sensoriamento Remoto e o conhecimento das capacidades de seus alunos. Sua prática destaca-se pela habilidade em conectar conceitos técnicos complexos com as experiências prévias dos estudantes, utilizando estratégias didáticas adaptativas. No entanto, seguindo a tendência observada em outros docentes, apresenta menor desenvolvimento na explicitação dos vínculos entre seu ensino e o currículo formal, aspecto que poderia enriquecer ainda mais sua prática pedagógica. As análises a seguir discutem tais resultados.

6.1.1 Mapeamento e caracterização do CDC

Antes de tudo, é importante esclarecer a configuração do grupo da turma onde o estudo foi realizado, conforme Tabela 10.

Tabela 10 — Configuração do grupo de classe da professora Jennifer.

Semestre	Carreira	Assunto	Tópico	Número de alunos	Idades	Agendar
(8º) semestre	Engenheiro Topográfico	Sensoriamento Remoto	Imagem de satélite	18	17 - 22	10 a 12 m

Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a pesquisa, é muito importante tornar mais visíveis e acessíveis a análise do CDC e as interações entre os seis componentes descritos no modelo hexagonal proposto por Park e Oliver (2008): Orientação para o Ensino de SI (OEI), Conhecimento da Avaliação da Aprendizagem (CEVA), Conhecimento das Estratégias Instrucionais para o Ensino (CEIE), Conhecimento da Compreensão do Aluno (CCE), Conhecimento do Currículo (CPE) e Eficácia do Professor (EP).

Para tanto, Park e Chen (2012) propuseram uma metodologia que pode permitir a identificação, visibilidade e mensuração dessas interações. Além disso, é possível identificar os componentes que podem ou não se manifestar em um professor e, dessa forma, entender como é a estrutura do CDC, tendo em vista que essas interações são idiossincráticas e específicas de uma disciplina, ou seja, é possível identificar quais componentes e conexões precisam ser melhorados no ensino de uma determinada disciplina para modelar o procedimento do professor em sala de aula, oferecer a possibilidade de mapear seu CDC e, então, saber o caminho para fortalecer alguns componentes de sua atuação como professor.

Portanto, descreveremos como foi construído o mapa CDC do professor em questão e como foi realizada a respectiva análise das interações entre seus componentes. Dessa forma, será possível identificar qual componente do modelo CDC é mais fortemente ativado para caracterizar o conhecimento da professora e também será possível analisar qual dos componentes mais influencia sua ação docente.

Para construir o mapa do CDC, foram processadas as informações obtidas na entrevista do ReCo e na Observação de Aula de cada uma das turmas.

6.1.2 Construção do mapa do CDC a partir da entrevista do ReCo

O primeiro passo foi correlacionar os respectivos componentes do CDC com as perguntas correspondentes da entrevista do ReCo, que foram trianguladas por especialistas. A Tabela 11 mostra uma sinopse da entrevista do professor no ReCo.

Tabela 11 — Sinopse da entrevista da professora Jennifer no ReCo.

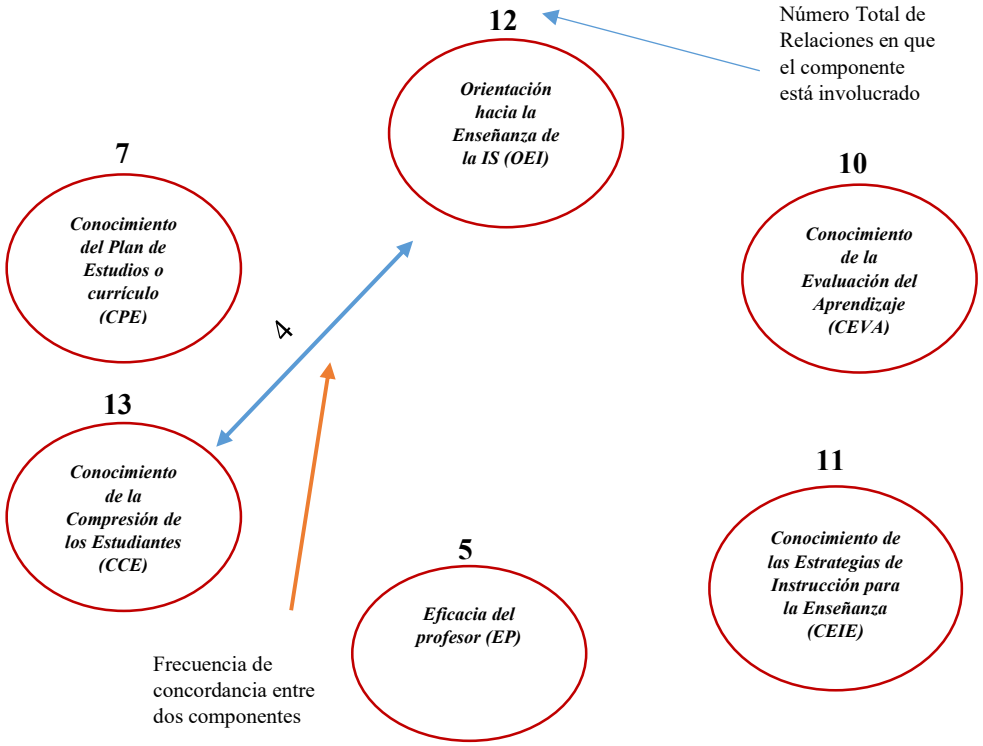
Componentes do CDC	Perguntas Trianguladas com Especialistas	Respostas
Orientação para o Ensino de IS (OEI)	Por que é importante que os alunos aprendam sobre imagens de satélite?	Isso é importante porque a Engenharia Topográfica envolve o gerenciamento de informações georreferenciadas. Assim, as Imagens de Satélite são um insumo que permite o acesso a informações espaciais atualizadas em diferentes níveis de resolução, que podem ser encontradas gratuitamente em alguns sites.
Conhecimento da Compreensão do Aluno (CCE)	O que você sabe sobre as ideias anteriores dos alunos sobre Imagens de Satélite?	Antes de visualizar as Imagens de Satélite, o aluno já viu o curso de Fotogrametria, portanto, fica mais fácil para ele compreender os conceitos dos tópicos relacionados ao Processamento Digital de Imagens (PDI).

Fonte: Elaborada pelo autor.

As ideias ou palavras-chave nessas respostas revelaram que, em alguns casos, embora a pergunta fosse direcionada a um componente específico do CDC, a resposta era apontada a outro componente. Por exemplo, a resposta do componente sobre a Orientação para o Ensino de IS (OEI) está em consonância com o componente sobre Conhecimento da Compreensão do Aluno (CCE). Dessa forma, as respostas do professor forneceram a oportunidade de propiciar orientação em relação a um dos componentes do CDC, independentemente do componente que originou a questão do ReCo. Neste caso, observa-se que há interação entre dois componentes e que a seta está orientada do componente fonte — Orientação para o Ensino de IS (OEI) — para o componente destino — Conhecimento da compreensão do aluno (CCE). A frequência dessa interação corresponde à contagem das ligações entre esses dois componentes e é determinada pelo número de vezes que o professor repete as ideias ou palavras-chave em suas respostas.

A Figura 14 mostra o resultado da interação entre esses dois componentes e sua frequência de acordo com as respostas do professor. O número acima da linha indica a frequência de concordância entre esses dois componentes de acordo com a resposta do professor às perguntas do ReCo.

Figura 14 — Interação e frequência entre a Orientação de Ensino de IS (OEI) em relação ao componente alvo: Conhecimento da compreensão do aluno (CCE).



Fonte: Elaborada pelo autor.

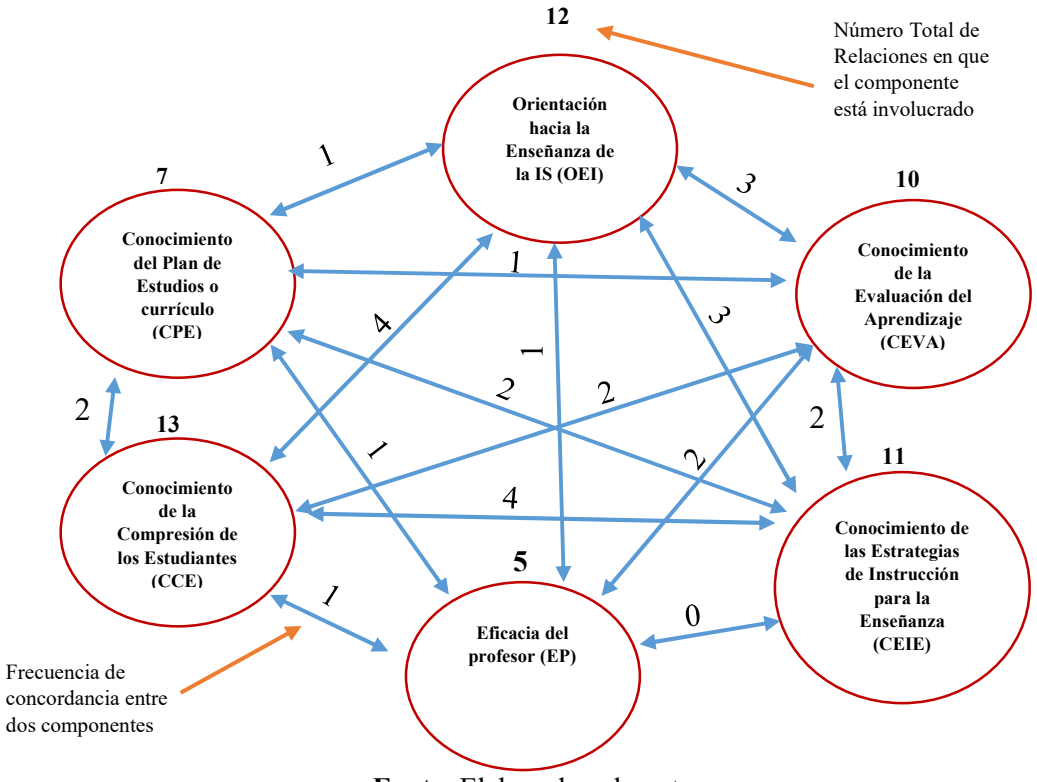
As frequências das relações de um componente com os outros são as seguintes: *Orientação para o Ensino de IS (OEI) (21%)*, *Conhecimento da avaliação da aprendizagem (CEVA) (17%)*, *Conhecimento das estratégias instrucionais para o ensino (CEIE) (19%)*, *Conhecimento da compreensão do aluno (CCE) (22%)*, *Conhecimento do plano de estudos ou currículo (CPE) (12%)* e *Eficácia do professor (EP) (09%)*.

Os resultados acima são obtidos pela soma das razões de cada um dos componentes, que corresponde a 350, dividida por cada componente. Por exemplo, se quisermos saber com que frequência se estabelecem relações com o componente *Orientação para o Ensino de IS (OEI)*, realizamos a seguinte operação:

$$\frac{12 Relaciones\ (OEI)}{58\ Relaciones\ totalaes}\ x\ 100\% = 21\%$$

O mesmo procedimento foi repetido com todos os componentes do CDC até que o mapa completo da entrevista ReCo do professor fosse obtido (Figura 15).

Figura 15 — Mapa CDC do professor construído a partir da entrevista do ReCo.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Da análise do mapa de Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) do professor, desenvolvido a partir da entrevista ReCo, pode-se tirar as seguintes conclusões:

a) a Orientação para o Ensino de IS (OEI) é o componente mais envolvido, com um total de 12 relações. Isso indica que a professora considera essencial a orientação de conteúdo específico em Imagem de Satélite (IS), sugerindo que a contextualização e a introdução desse conteúdo específico são prioridades em sua prática docente;
b) por outro lado, o Conhecimento da Compreensão do Aluno (KUS), com 13 relações, também é um componente relevante. Isso destaca a importância que o professor dá à compreensão das características e do conhecimento prévio de seus alunos, provavelmente para adaptar, efetivamente, seu ensino de IS às necessidades de cada grupo;

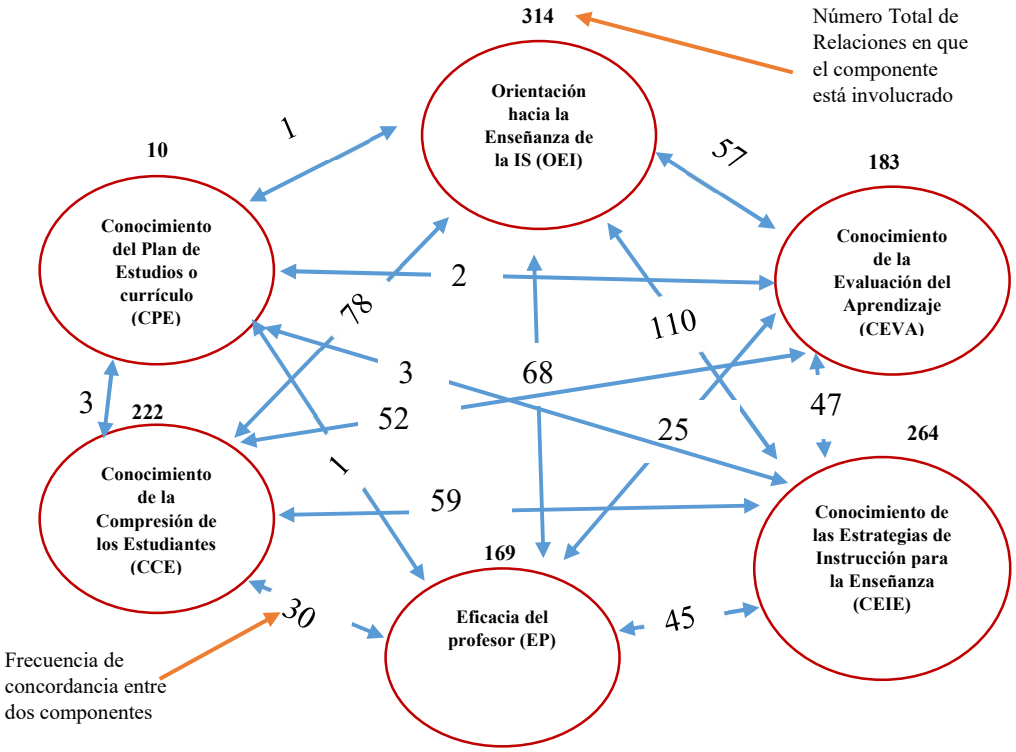
c) as maiores frequências de concordância são observadas entre a Orientação para o Ensino de IS (OEI) e o Conhecimento da Compreensão do Aluno (CCE), com um total de 4 concordâncias. Isso sugere que a professora considera que sua própria orientação de ensino está, intimamente, ligada à sua capacidade de compreender seus alunos, destacando a personalização e a adaptação do ensino como um fator de eficácia do ensino;
d) entre Conhecimento da Compreensão dos Alunos (CEC) e Conhecimento das Estratégias Instrucionais para o Ensino (CEIE), sugere-se que o professor considera essencial adaptar suas estratégias instrucionais com base na compreensão e nas características dos alunos. Essa vinculação reflete uma prática pedagógica em que o conhecimento profundo dos alunos orienta a seleção e a aplicação de métodos de ensino, permitindo estratégias mais personalizadas e eficazes para promover a aprendizagem. Em conjunto, essa relação indica que o professor não apenas emprega estratégias de ensino, mas também as ajusta para atender às necessidades e aos níveis de compreensão de seus alunos, aumentando, assim, o impacto de seu ensino no contexto de geotecnologias, especificamente em Imagens de Satélite.

Por fim, o mapa do CDC da entrevista da ReCo mostra que a professora tem uma abordagem holística de seu CDC, integrando, de forma equilibrada, a orientação do conteúdo, a compreensão do aluno, a eficácia do ensino e o uso de estratégias de instrução e avaliação. Isso ressalta uma prática pedagógica bem estruturada e orientada para a aprendizagem significativa no contexto do ensino de geotecnologias.

6.1.3 Construção do mapa do CDC a partir da observação das aulas de classe

De acordo com a análise de dados do caso da professora Jennifer, obtém-se a relação dos componentes apresentada no mapa CDC da Figura 16, que mostra essa relação, o número total de relações em que o componente está envolvido e a frequência de concordância entre dois componentes.

Figura 16 — Mapa CDC do professor construído a partir de observações em sala de aula.



Fonte: Elaborada pelo autor.

No total, foram estudados 10 episódios nos quais foram observados elementos do CDC, encontrando-se as seguintes frequências das relações que um componente estabelece com os demais, que aparecem no mapa do professor: *Orientação para o Ensino de IS (OEI) (27%)*, *Conhecimento da avaliação da aprendizagem (CEVA) (16%)*, *Conhecimento das estratégias instrucionais para o ensino (CEIE) (23%)*, *Conhecimento da compreensão do aluno (CCE) (19%)*, *Conhecimento do plano de estudos ou currículo (CPE) (1%)* e *Eficácia do professor (EP) (14%)*.

Os resultados acima são obtidos pela soma das razões de cada um dos componentes, que corresponde a 1162, dividida por cada componente. Por exemplo, se quisermos saber com que frequência se estabelecem relações com o componente *Orientação para o Ensino de IS (OEI)*, realizamos a seguinte operação:

$$\frac{314\ Relaciones\ (OEI)}{1162\ Relaciones\ totalaes}\ x\ 100\% = 27\%$$

O mesmo procedimento foi repetido com todos os componentes do CDC até que o mapa completo fosse obtido a partir da observação de aula do professor (Figura 16).

Sendo assim, da análise do mapa de Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) do professor, desenvolvido a partir dos acompanhamentos das aulas, pode-se tirar as seguintes conclusões:

a) há uma predominância da Orientação para o Ensino de IS (OEI): Esse componente apresenta o maior número total de relações (314), o que indica uma forte orientação e um foco no ensino de Imagem de Satélite na Professora Jennifer. Isso sugere que suas práticas de ensino são, especialmente, focadas nesse aspecto;
b) a importância da Avaliação do Conhecimento da Aprendizagem (CEVA) desempenha um papel significativo na abordagem de ensino do professor, refletindo considerável atenção à forma como os alunos estão assimilando o conhecimento sobre Imagens de Satélite (IS) e, consequentemente, sobre geotecnologias;
c) o componente Compreensão do Aluno também apresenta um alto número de relacionamentos (222), sugerindo que a Professora Jeninifer se concentra em compreender e adaptar seus métodos de ensino às necessidades e aos níveis de compreensão de seus alunos;
d) a Eficácia do professor tem inúmeras conexões (169), o que denota que a professora Jennifer se esforça para integrar sua própria eficácia com a orientação do ensino e a compreensão do aluno. Isso reflete um foco na melhoria contínua de suas práticas de ensino para impactar, positivamente, o aprendizado.

Dessa forma, a professora preocupa-se com sua própria eficácia e busca melhorar constantemente para influenciar, positivamente, o aprendizado de seus alunos.

6.2 O CASO DO PROFESSOR CARLOS

Os resultados do professor Carlos revelam um docente de Engenharia com forte domínio técnico e uma notável capacidade de adaptar suas estratégias de ensino às necessidades dos alunos. Sua prática demonstra especial atenção à eficácia pedagógica e à articulação entre conteúdos

especializados e métodos didáticos. No entanto, observa-se menor ênfase nos aspectos avaliativos e na conexão explícita com o currículo formal, característica comum entre professores da área técnica. Este caso ilustra o perfil de um educador comprometido com sua prática reflexiva, que, como muitos colegas da Engenharia, enfrenta o desafio de integrar plenamente as dimensões técnica, pedagógica e curricular em seu ensino. As análises a seguir discutem tais resultados.

6.2.1 Mapeamento e caracterização do CDC

Antes de tudo, é importante esclarecer a configuração do grupo da turma onde o estudo foi realizado, conforme Tabela 12.

Tabela 12 — Configuração da turma do professor Carlos.

Semestre	Carreira	Assunto	Tópico	Número de alunos	Idades	Agendar
(8º) semestre	Engenheiro Topográfico	Sensoriamento Remoto	Imagem de Satélite	18	17–22	16 a 18

Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a pesquisa, é muito importante tornar mais visíveis e acessíveis a análise do CDC e as interações entre os seis componentes descritos no modelo hexagonal proposto por Park e Oliver (2008): Orientação para o Ensino de SI (OEI), Conhecimento da Avaliação da Aprendizagem (CEVA), Conhecimento das Estratégias Instrucionais para o Ensino (CEIE), Conhecimento da Compreensão do Aluno (CCE), Conhecimento do Currículo (CPE) e Eficácia do Professor (EP).

Para tanto, Park e Chen (2012) propuseram uma metodologia que pode permitir a identificação, visibilidade e mensuração dessas interações. Além disso, é possível identificar os componentes que podem ou não se manifestar em um professor e, desse modo, entender como é a estrutura do CDC, tendo em vista que essas interações são idiossincráticas e específicas de uma disciplina. Nesse sentido, é possível identificar quais componentes e conexões precisam ser melhorados no ensino de uma determinada disciplina para modelar o procedimento do professor em sala de aula, oferecer a possibilidade de mapear seu CDC e, com isso, saber o caminho para fortalecer alguns dos componentes de sua atuação como professor.

Assim, descreveremos como foi construído o mapa CDC do professor em questão e como foi realizada a respectiva análise das interações entre seus componentes. Dessa forma, será possível

identificar qual componente do modelo CDC é mais fortemente ativado para caracterizar o conhecimento da professora e também será possível analisar qual dos componentes mais influencia sua ação docente.

Para construir o mapa do CDC, foram processadas as informações obtidas na entrevista do ReCo e na Observação de Aula de cada uma das turmas.

6.2.2 Construção do mapa do CDC a partir da entrevista do ReCo

O primeiro passo foi correlacionar os respectivos componentes do CDC com as perguntas correspondentes da entrevista do ReCo, que foram trianguladas por especialistas. A Tabela 13 mostra uma sinopse da entrevista do professor no ReCo.

Tabela 13 — Sinopse da entrevista do professor Carlos no ReCo.

Componentes do CDC	**Perguntas Trianguladas com Especialistas**	**Respostas**
Orientação para o Ensino de IS (OEI)	Por que é importante que os alunos aprendam sobre Imagens de Satélite?	A geração de imagens por satélite é uma ferramenta fundamental na geotecnologia moderna. Permite a análise de mudanças no uso da terra, o monitoramento de desastres naturais e o estudo de fenômenos climáticos. Além disso, é uma tecnologia essencial em muitas áreas profissionais, como Engenharia, Geografia, Agricultura e Meio Ambiente.
Conhecimento da Compreensão do Aluno (CCE)	O que você sabe sobre as ideias anteriores dos alunos sobre Imagens de Satélite?	Os alunos geralmente têm uma compreensão básica de Imagens de Satélite por meio da exposição à mídia popular ou mapas interativos como o Google Earth. No entanto, muitas vezes, eles desconhecem a complexidade por trás do processamento de dados e da extração de informações precisas.

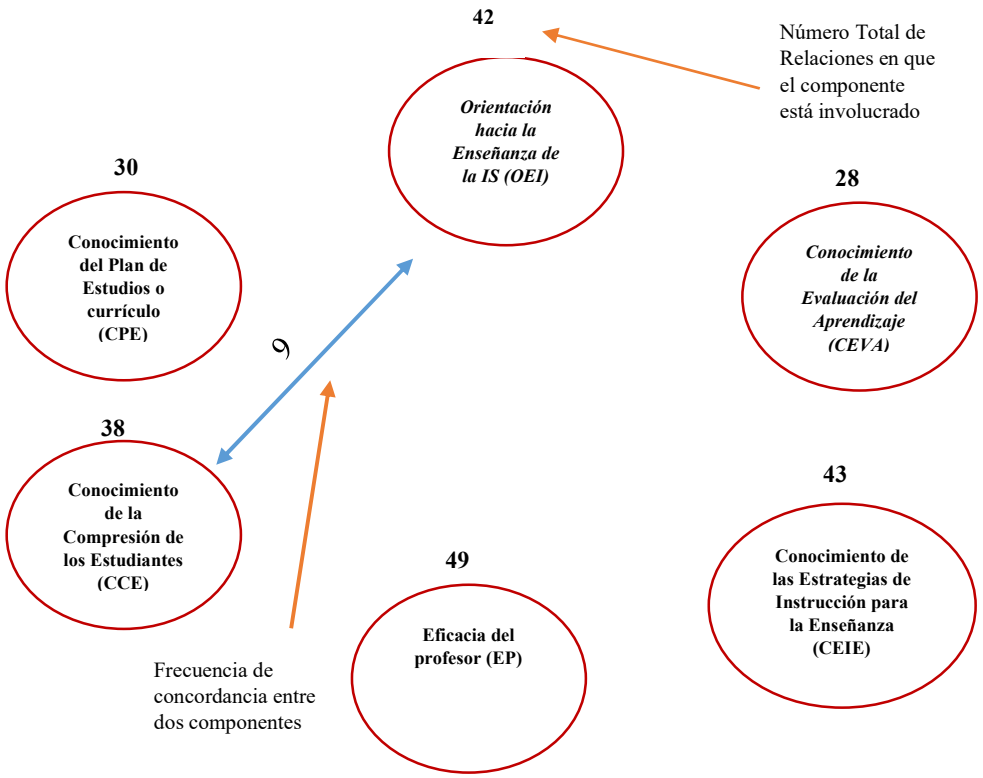
Fonte: Elaborada pelo autor.

As ideias ou palavras-chave nessas respostas revelaram que, em alguns casos, embora a pergunta fosse direcionada a um componente específico do CDC, a resposta era apontada a outro componente. Por exemplo, a resposta do componente sobre a Orientação para o Ensino de IS (OEI) está em consonância com o componente sobre Conhecimento da compreensão do aluno (CCE). Dessa forma, as respostas do professor forneceram a oportunidade de propiciar orientação em

relação a um dos componentes do CDC, independentemente do componente que originou a questão do ReCo. Nesse caso, observa-se que há interação entre dois componentes e que a seta está orientada do componente fonte — Orientação para o Ensino de IS (OEI) — para o componente destino — Conhecimento da compreensão do aluno (CCE). A frequência dessa interação corresponde à contagem das ligações entre esses dois componentes e é determinada pelo número de vezes que o professor repete as ideias ou palavras-chave em suas respostas.

A Figura 17 mostra o resultado da interação entre esses dois componentes e sua frequência de acordo com as respostas do professor. O número acima da linha indica a frequência de concordância de acordo com a resposta do professor às perguntas do ReCo.

Figura 17 — Interação e frequência entre a Orientação de Ensino de IS (OEI) em relação ao componente alvo: Conhecimento da compreensão do aluno (CCE).



Fonte: Elaborada pelo autor.

As frequências das relações de um componente com os outros são as seguintes: *Orientação para o Ensino de IS (OEI) (18%)*, *Conhecimento da Avaliação da Aprendizagem (CEVA) (12%)*, *Conhecimento das Estratégias Instrucionais para o Ensino (CEIE) (19%)*, *Conhecimento da*

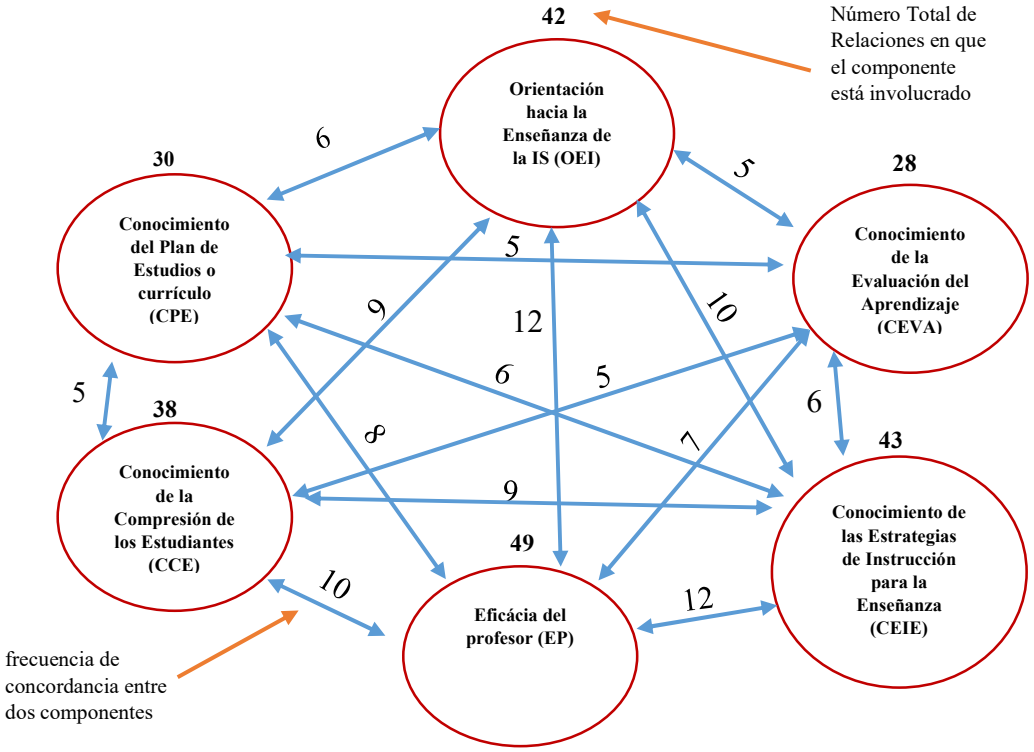
Compreensão dos Alunos (CCE) (17%), *Conhecimento do Plano de Estudos ou Currículo (CPE) (13%)* e *Eficácia do Professor (EP) (21%)*.

Os resultados acima são obtidos pela soma das razões de cada um dos componentes, que corresponde a 350, dividida por cada componente. Por exemplo, se quisermos saber com que frequência se estabelecem relações com o componente *Orientação para o Ensino de IS (OEI)*, realizamos a seguinte operação:

$$\frac{42\ Relaciones\ (OEI)}{230\ Relaciones\ totalaes}\ x\ 100\% = 18\%$$

O mesmo procedimento foi repetido com todos os componentes do CDC até que o mapa completo fosse obtido da entrevista ReCo do professor (Figura 18).

Figura 18 — Mapa CDC do professor construído a partir da entrevista do ReCo.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Da análise do mapa de Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) do professor, desenvolvido a partir da entrevista ReCo, pode-se tirar as seguintes conclusões:

a) a Eficácia do Professor (EP) é o componente com mais conexões: com um total de 49 relacionamentos, esse componente ocupa o centro do mapa do CDC, indicando que o professor se concentra intensamente em sua própria eficácia em sala de aula. Isso sugere que ele valoriza muito seu papel e desempenho no ensino e busca, continuamente, melhorar sua prática para impactar, positivamente, o aprendizado de seus alunos;
b) o Conhecimento de Estratégias Instrucionais para o Ensino (CEIE) é o segundo componente mais relevante, com um total de 43 conexões. O CEIE está localizado logo após a Eficácia do Professor. Isso demonstra que o professor considera essencial o uso de estratégias instrucionais eficazes para facilitar a aprendizagem dos alunos, adaptando os métodos de ensino de acordo com as necessidades da turma e o conteúdo específico da Imagem de Satélite (IS);
c) a Orientação para o Ensino de IS (OEI) também é prioritária, com 42 conexões, demonstrando que o professor mantém uma abordagem didática focada no conteúdo específico de IS. Isso implica que a orientação para o ensino dessa tecnologia é uma parte fundamental de sua prática educacional;
d) a alta concordância entre EP e OEI indica que o professor considera sua própria eficácia como professor (EP) intimamente ligada à forma como ele orienta e ensina o conteúdo específico da Imagem de Satélite (IS). Seu sucesso como professor depende, em grande parte, da sua capacidade de estruturar e comunicar, efetivamente, o conhecimento de IS. Isso sugere que o domínio e a clareza em conteúdo específico são essenciais para sua prática educacional.

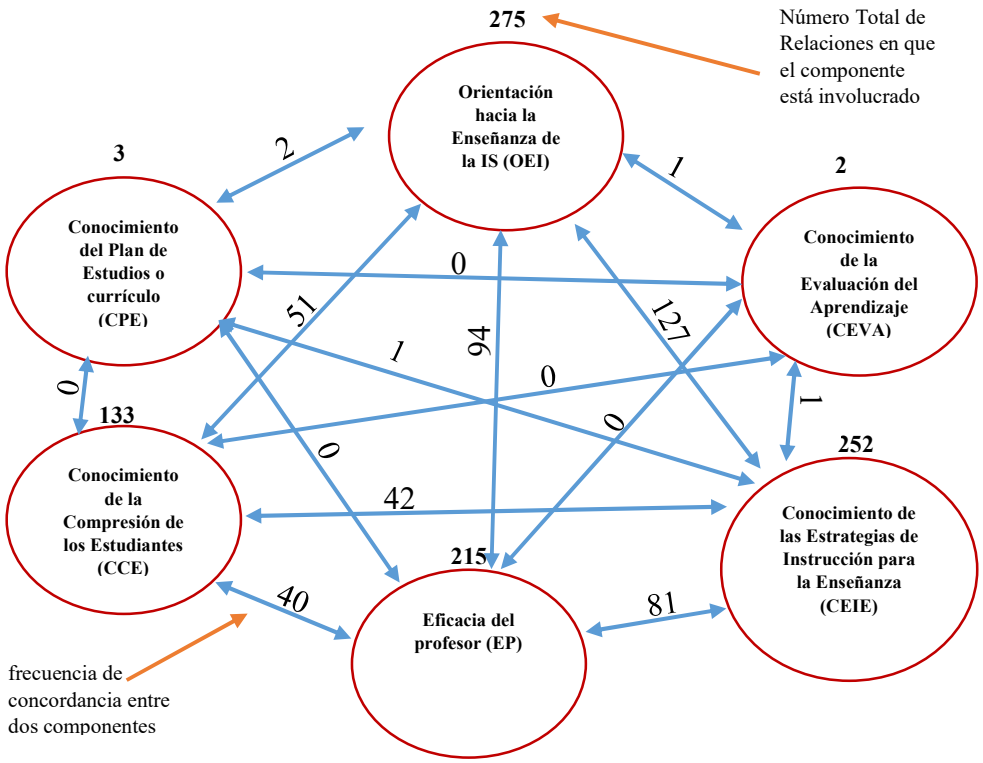
Diante disso, o mapa do CDC da entrevista da ReCo mostra que o professor se concentra em seu próprio papel e sua eficácia (EP) no uso de estratégias de ensino (CEIE) e em uma orientação específica para o ensino de Imagens de Satélite (OEI). Ao mesmo tempo, ele leva em consideração a compreensão da aprendizagem de seus alunos. Isso, por fim, indica uma abordagem equilibrada e adaptável em sua prática educacional.

6.3.3 Construção do mapa do CDC com base na observação das aulas do professor Carlos

De acordo com a análise dos dados do caso do professor Carlos, obtém-se a relação dos componentes apresentada no mapa CDC da Figura 19, que mostra tais relações, o número total de relações em que o componente está envolvido e a frequência de concordância entre dois componentes.

No total, foram estudados 10 episódios nos quais foram observados elementos do CDC, encontrando-se as seguintes frequências das relações que um componente estabelece com os demais, que aparecem no mapa do professor: *Orientação para o Ensino de IS (OEI) (31%)*, *Conhecimento da Avaliação da Aprendizagem (CEVA) (1%)*, *Conhecimento das Estratégias Instrucionais para o Ensino (CEIE) (28%)*, *Conhecimento da Compreensão do Aluno (CCE) (15%)*, *Conhecimento do Plano de Estudos ou Currículo (CPE) (1%)* e *Eficácia do Professor (EP) (24%)*.

Figura 19 — Mapa CDC do professor construído a partir de observações em sala de aula.



Fonte: Elaboração do autor.

Os resultados acima são obtidos pela soma das razões de cada um dos componentes, que corresponde a 880, dividida por cada componente. Por exemplo, se quisermos saber com que frequência se estabelecem relações com o componente *Orientação para o Ensino de* SI *(OEI)*, realizamos a seguinte operação:

$$\frac{275\ Relaciones\ (OEI)}{880\ Relaciones\ totalaes}\ x\ 100\% = 31\%$$

O mesmo procedimento foi repetido com todos os componentes do CDC até que o mapa completo fosse obtido a partir da observação de aula do professor (Figura 19).

Da análise do mapa de Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) do professor, desenvolvido a partir dos acompanhamentos das aulas, tem-se as seguintes conclusões:

a) a Orientação para o Ensino de IS (OEI) é o componente com maior número total de relações (275), o que sugere que tem um papel central e dominante na estruturação do Conhecimento Didático do Conteúdo, servindo como eixo integrador entre os componentes restantes;
b) o Conhecimento de Estratégias Instrucionais para o Ensino (CEIE), com 252 conexões, é o segundo componente com maior número de conexões, depois da Orientação para o Ensino de IS (OEI). Isso reflete sua relevância no planejamento e na execução de práticas pedagógicas, uma vez que estratégias instrucionais são fundamentais para conectar o conhecimento do conteúdo com o ensino eficaz;
c) agora, quanto à frequência de concordância entre a Orientação para o Ensino de IS (OEI) e o Conhecimento das Estratégias Instrucionais para o Ensino (CEIE), com 127 relações de concordância, fica evidente que as estratégias de ensino não são apenas fundamentais na prática, mas também são um eixo articulador entre a intenção pedagógica e a eficácia percebida do professor;
d) a segunda maior concordância (94) ocorre entre Eficácia do Professor (ET) e Orientação para o Ensino de IS (OEI). Esse *link* destaca como a percepção de eficácia de um professor está diretamente relacionada à sua orientação e aos objetivos de ensino.

Isso nos permite afirmar que, no Conhecimento Didático do Conteúdo do professor, os componentes não funcionam isoladamente, mas influenciam-se mutuamente, destacando a importância do CEIE no quadro geral do mapa de CDC do professor.

6.4 IDENTIFICAÇÃO DOS EIXOS DOC NA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO DIDÁTICO DO CONTEÚDO (CDC) SEGUNDO O MODELO HEXAGONAL DE PARK E OLIVER (2008)

Em relação à compreensão do conhecimento profissional do professor a partir do CDC, o modelo de Park e Oliver (2008) utiliza os Eixos DOC (Dinamizador, Obstáculo e Questionamento) como um dispositivo conceitual e metodológico que permite, aos professores, o desenvolvimento de processos de reflexão na e sobre a ação.

Amaya (2018) destaca que Martínez explora a complexidade na compreensão do Conhecimento Profissional, notando a possibilidade de articular os Eixos DOC (Dinamizador, Obstáculo e Questionamento) como um dispositivo conceitual que facilita a compreensão do processo de construção do conhecimento profissional do professor. Segundo esse autor, "esta análise é essencial no sentido em que acreditamos que a identificação dos obstáculos ao processo de mudança contribui para a definição de novos rumos para a formação de professores" (Martínez, 2000 *apud* Amaya, 2018, p. 76, tradução nossa). Além desse eixo, o autor sugere que, "se reconhecermos a presença de obstáculos, também pode ser possível reconhecer mobilizadores e dinamizadores" (Martínez, 2000 *apud* Amaya, 2018, p. 76, tradução nossa).

Ora, a contribuição de Martínez, citado por Amaya (2018), permite compreender que a construção do conhecimento profissional docente não é linear e que, pelo contrário, esse conhecimento é produto de tensões de diferentes ordens, que contribuem para o próprio desenvolvimento profissional. O autor especifica que os aspectos que são considerados impeditivos do desenvolvimento desse conhecimento são chamados de Eixos Obstáculos. Contrariamente, quando há situações que marcam e favorecem, fala-se dos Eixos Dinâmicos (Mobilizadores), enquanto há outras características que não estão em posição extrema, mas indicam tensões como as fissuras, que são consideradas Eixos Questionadores (Martínez, 2016 *apud* Amaya, 2018).

Conclusivamente, o Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) constitui um Eixo Dinamizador, Obstáculo e Questionamento, como um dispositivo conceitual e metodológico que

contribui para a compreensão do Conhecimento Profissional do Professor, sendo um saber complexo onde se pode reconhecer sua coexistência temporal e sua capacidade de transformação, o que permite, enfim, compreender o processo de construção desse conhecimento docente na utilização das geotecnologias — Imagem de Satélite —, segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008).

6.5 O CASO DA PROFESSORA JENNIFER

No caso da professora Jennifer, os Eixos DOC (Dinamizador, Obstáculo e Questionamento) são um dispositivo conceitual que facilita a compreensão do processo de construção do conhecimento profissional do professor no uso de geotecnologias — Imagem de Satélite —, segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008).

6.5.1 Os Eixos DOC no momento da Reflexão

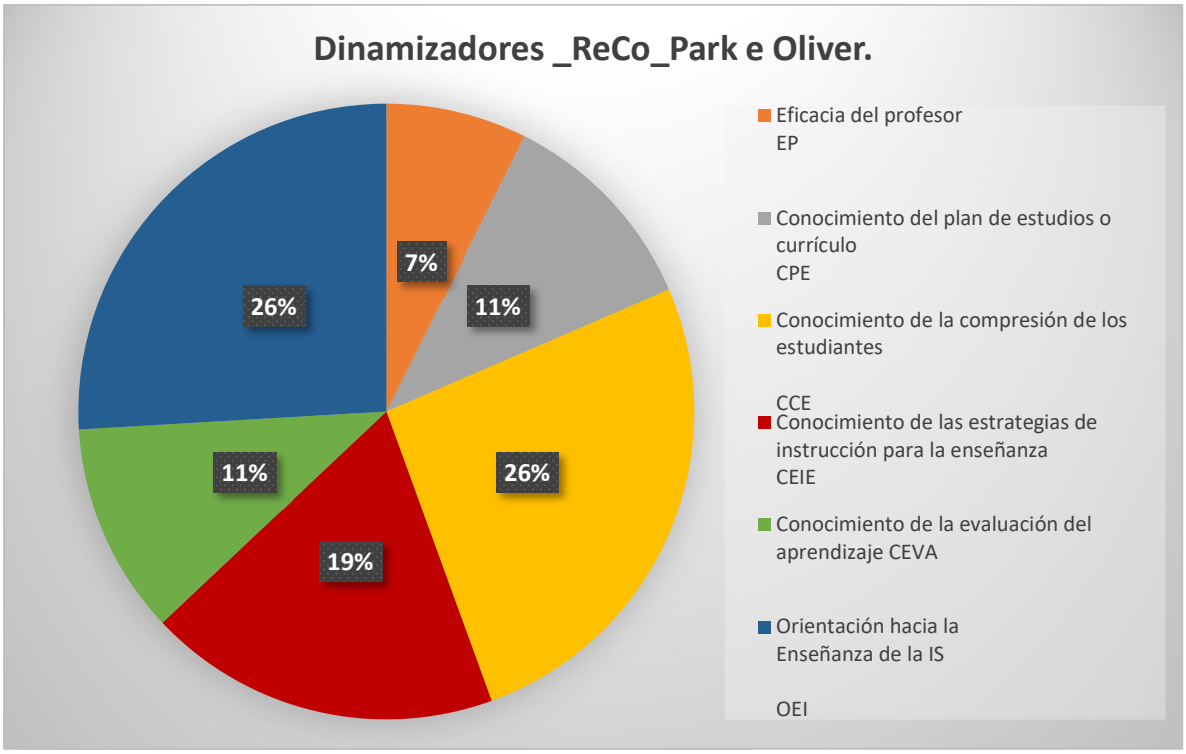
No momento da Reflexão, no caso da professora Jennifer, os Eixos DOC foram estimados a partir da entrevista do ReCo antes dos acompanhamentos da aula e no início desta pesquisa. Amaya (2018, p. 250, tradução nossa) expressa o conhecimento profissional do professor em formação assim:

> [...] se configura por meio de um processo de reflexão que ocorre quando alguém se questiona (nos níveis subjetivo e intersubjetivo) sobre seu próprio desempenho em sala de aula. Esse conhecimento advém da compreensão da complexidade das relações que se estabelecem entre as diversas formas de conhecimento e as ações dos indivíduos envolvidos na prática pedagógica.

6.5.1.1 Dinamizadores

Tomando a Dinâmica como aqueles processos de mudanças, alternativas e perspectivas na construção do Conhecimento Didático do Conteúdo do professor no uso de geotecnologias/ Imagem de Satélite, segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008) e utilizando o *software* MAXQDA, temos a Figura 20 a seguir, que mostra os resultados do Eixo Dinamizador considerando a entrevista ReCo e o modelo desses autores.

Figura 20 — ReCo, Park e Oliver Dinamizadores.



Fonte: Elaboração do autor.

A importância equilibrada do Conhecimento da Compreensão do Aluno (KSU) e do Conhecimento das Estratégias Instrucionais para o Ensino (KIS), cada um representando 26%, reflete a importância de se compreender as características do aluno e selecionar estratégias de ensino eficazes para articular uma abordagem dinâmica ao ensino.

Já o Conhecimento da Avaliação da Aprendizagem (CEVA) e o Conhecimento do Currículo (CPE), com 11% cada, apresentam peso intermediário, indicando que, embora não sejam os eixos principais, o alinhamento com o currículo e a capacidade de avaliar efetivamente são necessários para reforçar o processo educacional.

A Orientação para o Ensino de IS (OEI), com 19%, indica que a capacidade de conectar conteúdos específicos com objetivos gerais de ensino é significativa para garantir a coesão do processo educacional. Por fim, a Eficácia do Professor (EP), com menor representatividade, 7%, indica que a capacidade do professor de executar estratégias adequadas e gerar impacto continua sendo fundamental na dinâmica educacional.

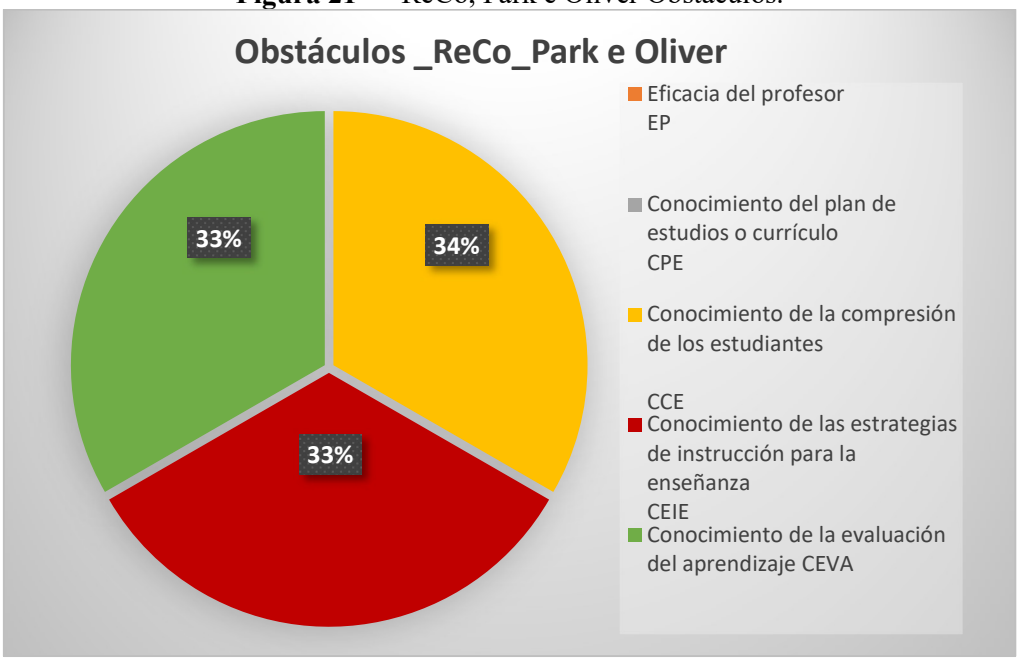
A força motriz do ReCo enfatiza o equilíbrio entre os diferentes componentes do CDC, atribuindo maior peso à compreensão do aluno e às estratégias de ensino. Entretanto, é evidente que todos os elementos interagem de forma complementar para construir um processo educacional eficaz e focado nas necessidades dos alunos e nos objetivos de aprendizagem.

6.5.1.2 Obstáculos

Em se tratando ao Eixo dos Obstáculos, esse pode ser concebido por meio das dificuldades de compreensão de conceitos em Matemática, que afetam a aprendizagem dos alunos. Nesse sentido, o professor destaca essa situação como um obstáculo, pois vários desses conceitos devem ser, constantemente e repetidamente, explicitados na construção do conhecimento didático do professor sobre o conteúdo no uso de geotecnologias — Imagem de Satélite.

Dessa forma, segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), utilizando o *software* MAXQDA, temos a Figura 21 a seguir, que apresenta os resultados do Eixo de Obstáculos levando em consideração a entrevista ReCo e o modelo desses autores.

Figura 21 — ReCo, Park e Oliver Obstáculos.



Fonte: Elaboração do autor.

Os três componentes representados em Conhecimento do Currículo (CPE), Conhecimento da Compreensão do Aluno (CCE) e Conhecimento das Estratégias Instrucionais para o Ensino (CEIE) apresentam uma distribuição bastante equilibrada, com percentuais próximos a 33%. Isso sugere que os obstáculos estão presentes igualmente nessas áreas, refletindo a importância de os abordar simultaneamente no desenvolvimento didático.

O fato de o CCE ter maior incidência como obstáculo sugere que um dos principais desafios no processo educacional é a capacidade do professor de compreender as características, as necessidades e os estilos de aprendizagem dos alunos. Isso pode refletir uma lacuna na personalização do ensino ou na interpretação adequada dos contextos individuais e de grupo, já que compreender os alunos é um pilar fundamental para elaborar atividades que se conectem com seus interesses, níveis de conhecimento prévio e estilos de aprendizagem.

Nesse sentido, a predominância do CCE como principal obstáculo no ReCo sugere que a chave para superar essas barreiras está em uma abordagem pedagógica focada na aprendizagem ativa e nas características únicas de cada aluno.

6.5.1.3 Questionamentos

Alguns desses eixos podem, em determinado momento, se tornar Eixos Dinâmicos, ou Eixos de Obstáculos ou Questionamentos. A seguir, Martínez (2000 *apud* Amaya, 2018, p. 157, tradução nossa) expressa que o "eixo questionador representa contradições ou questionamentos conscientes ou inconscientes, mas que igualmente consideramos que podem catalisar um processo de mudança, se forem explicitados e levados em conta nas propostas formativas".

Na construção do Conhecimento Didático do Conteúdo do professor no uso de geotecnologias — Imagem de Satélite —, segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), utilizando o *software* MAXQDA, temos a Figura 22 a seguir, que apresenta os resultados do Eixo Questionador levando em consideração a entrevista ReCo e o modelo desses autores.

Figura 22 — ReCo, Park e Oliver Questionamentos.

Fonte: Elaboração do autor.

Nota-se um equilíbrio entre Avaliação do Conhecimento da Aprendizagem (CEVA) e Orientação para o Ensino de IS (OEI): sua representação em porcentagens próximas sugere que o questionamento também inclui reflexões sobre como avaliar a aprendizagem e como orientar o ensino em direção a objetivos específicos. Isso reforça a necessidade de integrar processos de avaliação e planejamento para melhorar a qualidade educacional. Com 28%, o Conhecimento da Compreensão do Aluno (KSU) reflete que o foco do questionamento no ensino está principalmente na compreensão do aluno e no ajuste das estratégias de ensinamento, ressaltando a importância do ensino personalizado e flexível, baseado nas necessidades dos estudantes e em métodos eficazes.

O Conhecimento de Estratégias Instrucionais para o Ensino (CEIE), com 14% de representatividade nesse Eixo, indica que tem menor impacto na dinâmica do questionamento pedagógico em comparação aos demais. Isso pode sugerir que o professor não está priorizando uma reflexão profunda sobre as estratégias de ensino utilizadas nesse Eixo. Diante disso, ele pode integrar esse componente de forma mais ativa, refletindo sobre suas práticas pedagógicas.

Portanto, o gráfico demonstra que o Eixo Questionador presente no ReCo e baseado no modelo de Park e Oliver (2008) prioriza a adaptação de estratégias pedagógicas e a compreensão

dos alunos, mantendo uma reflexão crítica sobre a eficácia do ensino, a avaliação e a orientação educacional. Essas descobertas destacam a importância de uma abordagem abrangente e flexível.

6.5.2 Os eixos DOC no momento da Ação

Os Eixos DOC no momento da Ação foram estimados a partir da Observação de Aulas da professora Jennifer, então, teremos os seguintes resultados de acordo com o eixo.

6.5.2.1 Dinamizadores

Tomando a Dinâmica como aqueles processos de mudança, alternativas e perspectivas na construção do Conhecimento Didático do Conteúdo do professor no uso das geotecnologias/Imagem de Satélite, segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), utilizando o *software* MAXQDA, temos a Figura 23 a seguir, que mostra os resultados do Eixo Dinamizador levando em consideração ao acompanhamento da sala de aula e o modelo desses autores.

Figura 23 — Dinamizadores na Aula.

Fonte: Elaboração do autor.

O componente de Orientação Pedagógica do IS (OEI), com 34%, tem um percentual relevante como Facilitador, denotando um alto interesse na integração do CDC do professor dentro do modelo de Park e Oliver (2008). É seguido pelo componente Conhecimento de Estratégias Instrucionais para o Ensino, com 22%, que representa uma abordagem significativa do professor para inovar e personalizar seu método de ensinamento, vital para uma prática eficaz dentro da estrutura de Park e Oliver (2008).

O componente Conhecimento da Compreensão do Aluno (KSU), com 18%, ocupando o terceiro lugar na escala, reflete o foco em como o progresso e os resultados da aprendizagem são medidos porque oferece uma oportunidade de fortalecer as práticas de *feedback* e medição da aprendizagem. Já o componente Eficácia do Professor (EP), com 14%, indica um peso moderado atribuído ao impacto direto do professor no ensino. O exposto acima reflete um foco no papel do professor na orientação e estruturação da aprendizagem, mas não o coloca como o componente dominante.

Por fim, a Avaliação do Conhecimento da Aprendizagem (CEVA), com 12%, destaca o uso de ferramentas e metodologias para mensurar o progresso dos alunos, mostrando alinhamento com a importância de avaliar não apenas os resultados, mas também os processos de aprendizagem.

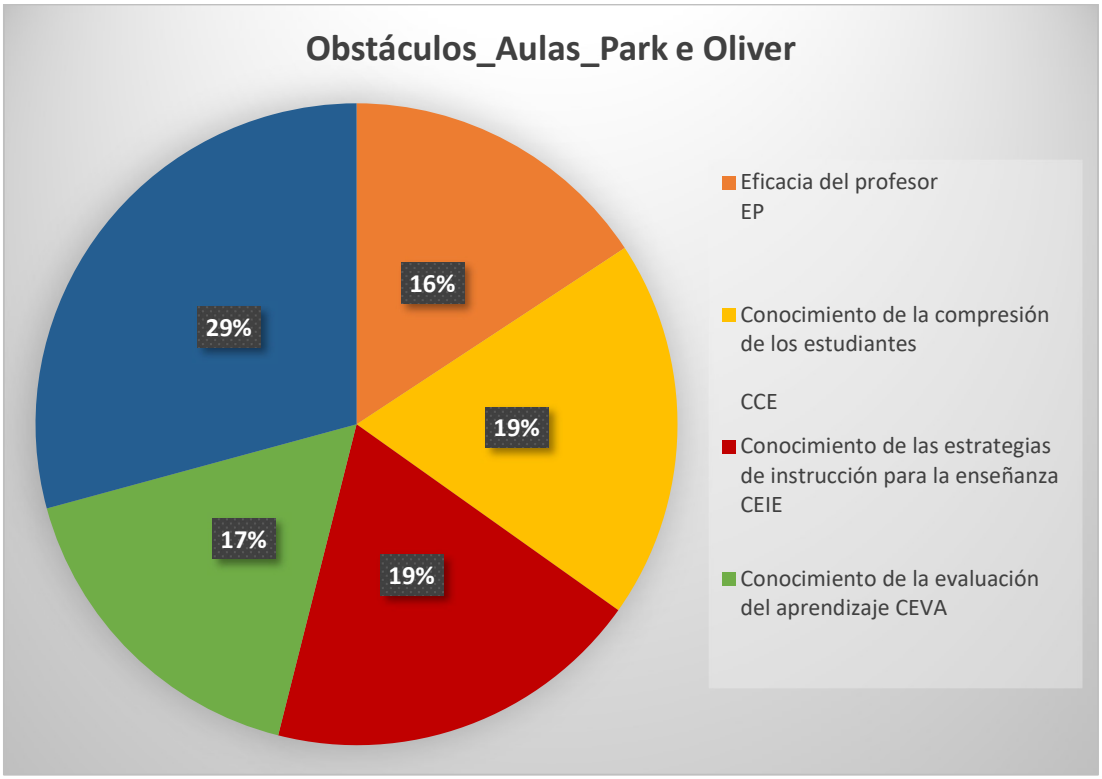
6.5.2.2 Obstáculos

O Eixo dos Obstáculos pode ser concebido por meio das dificuldades de compreensão de conceitos em Matemática, que afetam a aprendizagem dos alunos. Nesse sentido, o professor destaca essa situação como um obstáculo, pois vários desses conceitos devem ser, constantemente e repetidamente, explicitados na construção do conhecimento didático do professor sobre o conteúdo no uso de geotecnologias/Imagem de Satélite.

Segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), utilizando o *software* MAXQDA, temos a Figura 24 mais adiante, que apresenta os resultados do Eixo Obstáculos levando em consideração aos acompanhamentos da sala de aula e o modelo desses autores.

Neste caso, o componente com maior impacto é a Orientação para o Ensino de IS (OEI), com um percentual significativo de 29%, posicionando-se como o principal obstáculo percebido pelo professor. Isso sugere que há necessidade de maior treinamento, implementação, preparação e inovação no uso de ferramentas, tecnologias e metodologias pedagógicas em sala de aula.

Figura 24 — Obstáculos na Aula.



Fonte: Elaboração do autor.

Os componentes Eficácia do Professor (EP), com 16%, Conhecimento de Estratégias Instrucionais para o Ensino (KIS) e Conhecimento de Compreensão do Aluno (KCSE), com uma incidência semelhante de 19%, e Conhecimento de Avaliação da Aprendizagem (KCVA), com 17%, têm um peso muito equivalente na geração de obstáculos. Isso sugere que o professor nem sempre tem as ferramentas necessárias para entender as necessidades e os estilos de aprendizagem de seus alunos.

Com relação à Eficácia do Professor, o docente percebe que sua própria eficácia é influenciada pelos outros componentes mencionados, sendo esse um constructo multifatorial que depende de uma combinação de conhecimentos, habilidades e atitudes.

O gráfico apresenta os principais obstáculos na prática docente, identificando, no modelo de Park e Oliver (2008), aspectos relacionados à compreensão dos alunos e às estratégias de ensino. Isso destaca áreas-chave onde melhorias pedagógicas poderiam ser implementadas, como uma abordagem mais estratégica aos currículos ou uma integração mais eficaz das avaliações. Por outro lado, pode-se sugerir que os professores precisam de uma formação mais sólida em áreas como

design instrucional, avaliação formativa, uso de tecnologias educacionais e compreensão das necessidades individuais dos alunos. Ao abordar esses campos, podemos contribuir para melhorar a qualidade do ensino e da aprendizagem.

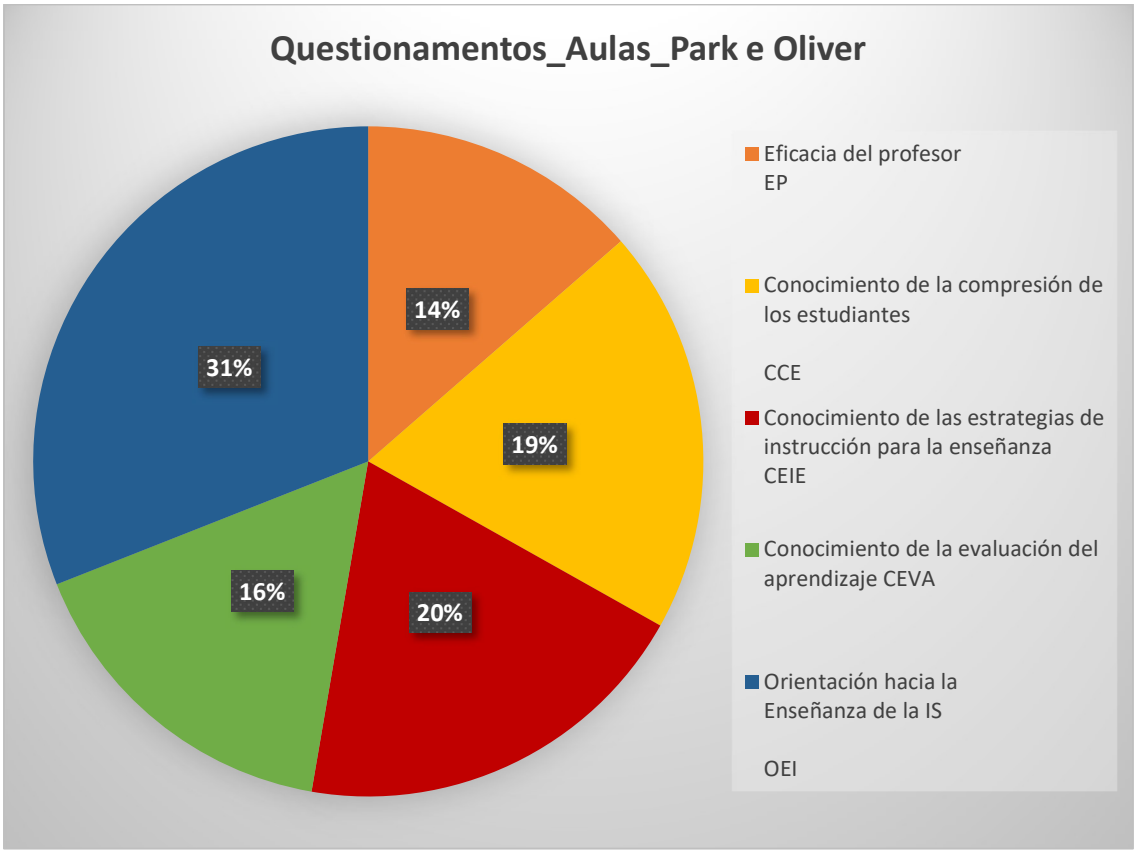
6.5.2.3 Questionamentos

Alguns desses eixos podem, em determinado momento, tornar-se eixos dinâmicos, ou eixos de obstáculos ou questionamentos. Martínez (2000 *apud* Amaya, 2018, p. 157, tradução nossa) afirma que o "eixo questionador representa contradições ou questionamentos conscientes ou inconscientes, mas que também consideramos que podem catalisar um processo de mudança se forem explicitados e levados em conta nas propostas formativas".

Na construção do Conhecimento Didático Do Conteúdo do professor no uso de geotecnologias/Imagem de Satélite, segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), utilizando o *software* MAXQDA, temos a Figura 25 adiante, que mostra os resultados do Eixo Questionamento levando em consideração ao acompanhamento da sala de aula e esse modelo.

A contribuição de Rivera (2016) permite compreender que a construção do CPP não é linear e que, pelo contrário, esse conhecimento é produto de tensões de diferentes ordens, que contribuem para o próprio desenvolvimento profissional. Assim, o autor destaca que aqueles aspectos que consideramos impeditivos ao desenvolvimento desse conhecimento são chamados de Eixos Obstáculos. Ao contrário, quando nos deparamos com situações que marcam e favorecem, falamos dos Eixos Dinâmicos (Mobilizadores), enquanto há outras características que não se encontram em posição extrema, mas que apontam tensões em forma de fissuras, que consideramos Eixos Questionadores.

Figura 25 — Questionamentos na Aula.



Fonte: Elaboração do autor.

O maior percentual do gráfico (31%) concentra-se na Orientação para o Ensino de IS (OEI), o que indica que o foco principal das questões e, portanto, da prática docente, está direcionado ao ensino de um conteúdo específico, identificado como "IS". Isso sugere uma ênfase no desenvolvimento de competências relacionadas às geotecnologias e seu Conhecimento Didático do Conteúdo em sala de aula.

As porcentagens de Conhecimento da Compreensão do Aluno (KSU) em 19% e Conhecimento de Estratégias Instrucionais para o Ensino (KIST) em 20% indicam uma ênfase equilibrada no questionamento do DOC, na compreensão de como os alunos aprendem e no uso de estratégias eficazes para facilitar essa aprendizagem. A professora está ciente da importância de adaptar suas estratégias de ensino às necessidades e aos estilos de aprendizagem de seus alunos.

O Conhecimento da Avaliação da Aprendizagem (CEVA) com 16% e a Eficácia do Professor (EP) com 14% são os dois componentes do modelo de Park e Oliver (2008) menos

questionados em comparação aos demais, podendo isso indicar que, embora a eficácia do professor seja valorizada, os elementos que contribuem para ela, como o conhecimento da avaliação da aprendizagem e a compreensão do aluno, não estão sendo questionados.

Embora a Orientação para o Ensino de IS (OEI) seja um componente prioritário no Questionamento dos Eixos DOC e no modelo de Park e Oliver (2008), há um equilíbrio moderado entre Conhecimento da Compreensão do Aluno (CCE) e Conhecimento das Estratégias Instrucionais para o Ensino (CEIE). Menos questionamentos também são identificados na Avaliação do Conhecimento da Aprendizagem (CEVA) e na Eficácia do Professor (EP), reforçando o equilíbrio entre ensino eficaz e avaliação contínua.

6.6 O CASO DO PROFESSOR CARLOS

No caso do professor Carlos, também tem-se os Eixos DOC (Dinamizador, Obstáculo e Questionamento) como dispositivos conceituais que facilitam a compreensão do processo de construção do conhecimento profissional do professor na utilização de geotecnologias/Imagem de Satélite, segundo, ainda, o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008).

6.6.1 Os Eixos DOC no momento da Reflexão

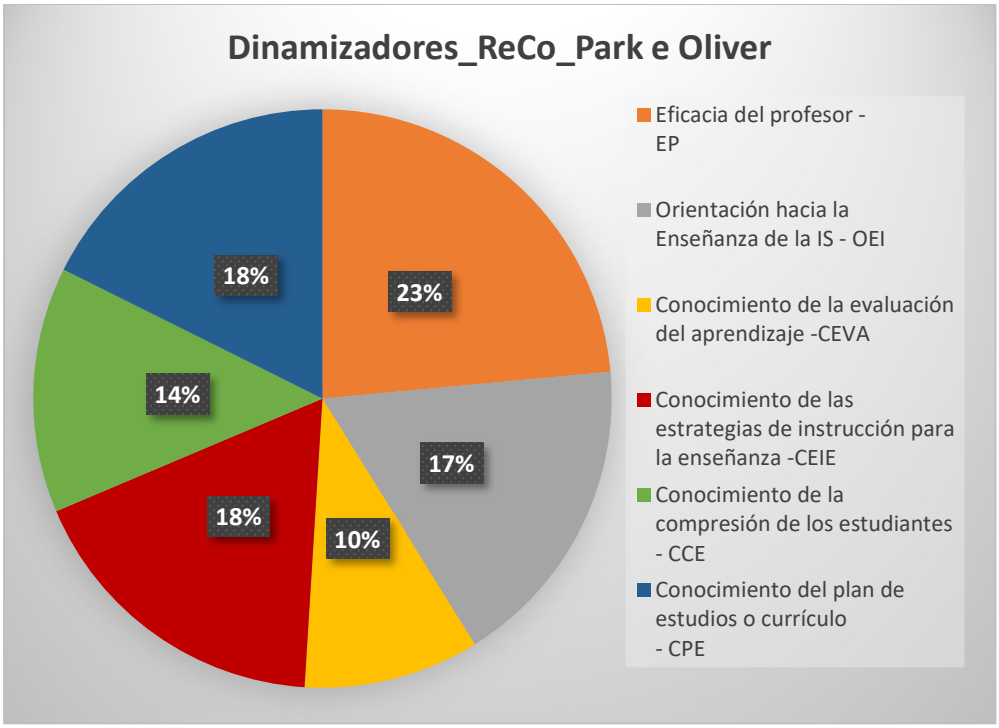
No momento da Reflexão, no caso do professor Carlos, os Eixos DOC foram estimados a partir da entrevista do ReCo antes dos acompanhamentos da aula e no início desta pesquisa. É assim que Amaya (2018, p. 250, traduação nossa) expressa o conhecimento profissional do professor em formação:

> [...] se configura por meio de um processo de reflexão que ocorre quando alguém se questiona (nos níveis subjetivo e intersubjetivo) sobre seu próprio desempenho em sala de aula. Esse conhecimento advém da compreensão da complexidade das relações que se estabelecem entre os diversos saberes e as ações dos sujeitos que participam da prática pedagógica.

6.6.1.1 Dinamizadores

Tomando a Dinâmica como aqueles processos de mudanças, alternativas e perspectivas na construção do Conhecimento Didático do Conteúdo do professor no uso de geotecnologias/Imagem de Satélite, segundo o modelo Hexagonal de Park e Oliver (2008), utilizando o *software* MAXQDA, temos a Figura 26 a seguir, que mostra os resultados do Eixo Dinamizador levando em consideração a entrevista ReCo e o modelo desses autores.

Figura 26 — Dinamizadores entrevista Reco.



Fonte: Elaboração do autor.

Com 23%, o componente Eficácia do Professor (EP) lidera o Eixo Dinamizador, o que sugere uma alta percepção da importância de seu papel e seu desempenho como docentes na obtenção de bons resultados de aprendizagem, valorizando tanto as ferramentas pedagógicas quanto o ensino direcionado a áreas específicas como geotecnologias (IS).

A Orientação para o Ensino de IS (OEI), com 17%, o Conhecimento de Estratégias Instrucionais para o Ensino (CEIE), com (18%), e o Conhecimento do Currículo (CPE), com 18%, mostraram-se como componentes dinâmicos em percentual muito semelhante, o que indica um

foco importante no ensino em áreas específicas, refletindo uma ênfase notável na aplicação de estratégias didáticas adequadas para melhorar o processo de ensino-aprendizagem. Essas porcentagens demonstram uma atenção significativa da ReCo em alinhar o processo de ensino com o currículo educacional.

Por sua vez, o Conhecimento da Compreensão do Aluno (KSU), com 14%, sugere que o professor reconhece a importância do Eixo Dinamizador na compreensão do aluno, mas não lhe dá foco prioritário. Por fim, o Conhecimento da Avaliação da Aprendizagem (CEVA), com (10%), é o componente menos desenvolvido ou considerado dinâmico, o que pode limitar o *feedback* efetivo e a melhoria contínua dentro do ReCo do professor.

O Eixo Dinamizador baseado na entrevista ReCo e no modelo de Park e Oliver (2008) mostra, nesse sentido, uma forte ênfase na eficácia do professor, seguida por um interesse equilibrado no ensino específico e no uso de estratégias instrucionais. Entretanto, observa-se que aspectos como compreensão do currículo e avaliação da aprendizagem são menos priorizados. Isso sugere, então, a necessidade de fortalecer o treinamento nessas áreas para garantir uma implementação educacional mais integrada e coerente, permitindo um equilíbrio apropriado entre o *design* curricular, a avaliação e o ensino eficaz.

6.6.1.2 Obstáculos

O Eixo dos Obstáculos pode ser entendido por meio das dificuldades de compreensão de conceitos em Matemática, que afetam a aprendizagem dos alunos. O professor destaca essa situação como um obstáculo, pois vários desses conceitos devem ser, constantemente e repetidamente, explicitados na construção do conhecimento didático do professor sobre o conteúdo no uso de geotecnologias/Imagem de Satélite.

Diante disso, segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), utilizando o *software* MAXQDA, temos a Figura 27 a seguir, que apresenta os resultados do Eixo dos Obstáculos levando em consideração a entrevista ReCo e o modelo desses autores.

Figura 27 — Obstáculos entrevista Reco .

Fonte: Elaboração do autor.

O componente Eficácia do Professor (EP), com 22%, indica que o professor percebe sua própria eficácia como um obstáculo relevante, podendo isso refletir uma falta de confiança em sua capacidade de facilitar o aprendizado ou implementar estratégias pedagógicas eficazes.

O Conhecimento de Estratégias Instrucionais para o Ensino (CEIE) e o Conhecimento da Compreensão do Aluno (CCE), ambos com 21%, destacam que o professor encara esse obstáculo como um desafio ao tentar implementar estratégias de ensino e entender as necessidades individuais dos alunos. Isso ressalta a importância do treinamento contínuo em estratégias centradas na aprendizagem dentro do ReCo e do modelo Park e Oliver (2008).

O componente de Orientação para o Ensino de IS (OEI), com 18%, representa um obstáculo significativo, provavelmente associado às dificuldades em integrar a ciência em contextos interdisciplinares ou em aplicar abordagens didáticas adequadas no seu ReCo.

Para os componentes Avaliação do Conhecimento da Aprendizagem (CEVA), com 14%, e Conhecimento do Currículo (CPE), com 4%, apresentam-se os menores percentuais entre os obstáculos como componentes principais, sugerindo que, embora sejam barreiras, seus impactos são percebidos como menores em comparação aos demais fatores, percebendo-se um melhor desenvolvimento no ReCo e no modelo de Park e Oliver (2008).

Por fim, os principais obstáculos para o professor, segundo esse modelo, estão relacionados à eficácia percebida (22%) e às habilidades pedagógicas (OEI, CEIE e CCE), que variam entre 18% e 21%. O conhecimento sobre avaliação (CEVA) e o conhecimento sobre o currículo têm um impacto percebido como menor, embora continuem relevantes. Em conjunto, os dados sugerem a necessidade de fortalecer o treinamento de professores em áreas-chave, como confiança profissional, estratégias de ensino e compreensão dos alunos, para melhorar o ensino e superar barreiras pedagógicas.

6.6.1.3 Questionamentos

Alguns desses eixos podem, em determinado momento, tornar-se eixos dinâmicos, ou eixos de obstáculos ou questionamentos. Martínez (2000 *apud* Amaya, 2018, p. 157, tradução nossa) afirma que o "eixo questionador representa contradições ou questionamentos conscientes ou inconscientes, mas que também consideramos que podem catalisar um processo de mudança se forem explicitados e levados em conta nas propostas formativas".

Na construção do Conhecimento Didático do Conteúdo do professor no uso de geotecnologias/Imagem de Satélite, segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), utilizando o *software* MAXQDA, temos a Figura 28 a seguir, que apresenta os resultados do Eixo dos Questionamentos levando em consideração a entrevista ReCo e o modelo desses autores.

Os 20% alocados em quatro componentes como: Eficácia do Professor (TE), Conhecimento das Estratégias Instrucionais para o Ensino (KIS), Conhecimento do Currículo (CPE) e Conhecimento da Avaliação da Aprendizagem (CEVA), sugerem um questionamento equilibrado dos aspectos fundamentais para um ensino eficaz, permitindo ao professor avaliar e monitorar o progresso dos alunos, adaptando estratégias pedagógicas e, assim, podendo oferecer um *feedback* significativo sobre seus cursos.

Os 13% destinados à componente Orientação para o Ensino de IS (OEI) apresentam menor problematização, integrando os seus objetivos específicos da área de conhecimento ou disciplina nas suas práticas pedagógicas.

Figura 28 — Questionamentos entrevista Reco .

Fonte: Elaboração do autor.

Sob a ênfase no Conhecimento da Compreensão dos Alunos (CCE), o percentual menor atribuído a esse componente (7%) indica que a capacidade do professor de interpretar e responder às necessidades específicas dos alunos não é uma questão prioritária, o que pode limitar a eficácia do ensino personalizado.

O gráfico mostra, também, que as perguntas da entrevista ReCo apresentam um equilíbrio em aspectos-chave como Eficácia do Professor (EP), Estratégias de Ensino (CEIE), Conhecimento do Currículo (CPE) e Avaliação da Aprendizagem (CEVA), cada um com 20%. Tais componentes, significativos do modelo de Park e Oliver (2008), são essenciais para que o professor desenvolva uma prática pedagógica eficaz.

Entretanto, há uma menor priorização do Conhecimento da Compreensão do Aluno (CCE), com apenas 7%, o que pode limitar o ensino adaptativo. Além disso, o foco no ensino específico da disciplina (OEI) representa 13% do ensino, destacando uma oportunidade de melhoria na conexão entre conteúdo e necessidades educacionais. Em suma, isso sugere que, embora o planejamento e a avaliação sejam solidamente desenvolvidos, a personalização da aprendizagem e a integração disciplinar exigem, ainda, maior atenção.

6.6.2 Os Eixos DOC no momento da Ação

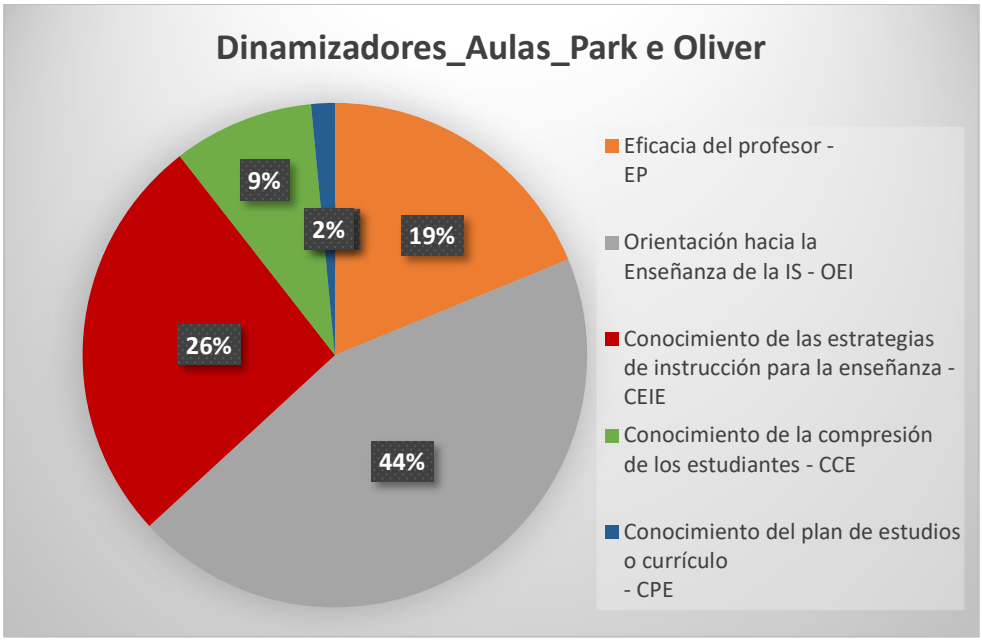
Os Eixos DOC no momento da Ação foram estimados a partir da Observação de Aulas do professor Carlos, portanto, teremos os seguintes resultados de acordo com o eixo.

6.6.2.1 Dinamizadores

Tomando a Dinâmica como aqueles processos de mudanças, alternativas e perspectivas na construção do Conhecimento Didático do Conteúdo do professor no uso das geotecnologias/Imagem de Satélite, segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), utilizando o *software* MAXQDA, temos a Figura 29 a seguir, que mostra os resultados do Eixo Dinamizador levando em consideração aos acompanhamentos da sala de aula e o modelo desses autores.

Há um predomínio da Orientação para o Ensino de IS (OEI), com 44%, sendo ela a principal força motriz das aulas, indicando, dessa forma, que o professor prioriza o alinhamento dos objetivos de ensino com o conteúdo disciplinar, o que é crucial para garantir relevância e profundidade do aprendizado.

Figura 29 — Dinamizadores na Aula.



Fonte: Elaboração do autor.

A Importância do Conhecimento das Estratégias Instrucionais (CEIE), com 26%, mostra que a estruturação e implementação de estratégias pedagógicas ocupam um lugar significativo como força motriz. Isso sugere que o professor valoriza metodologias práticas para facilitar a aprendizagem.

A Eficácia do Professor (EP), em terceiro lugar, com 19%, é relevante, embora não tanto quanto outros componentes do modelo de Park e Oliver (2008), e, como um Eixo DOC, isso pode estar relacionado a uma visão possivelmente um pouco mais técnica do que relacional do próprio papel do professor.

A baixa prioridade no currículo (CPE), ou Conhecimento do Currículo, com 2%, e o Conhecimento da Compreensão do Aluno, com 9%, revelam-se como componentes pouco dinâmicos na sala de aula. Atenção insuficiente ao currículo pode indicar falta de conexão com os objetivos macro do ensino, enquanto um baixo foco na compreensão do aluno sugere limitações na personalização e no *design* adaptativo.

O gráfico dos Dinamizadores de sala de aula, baseado no modelo de Park e Oliver (2008), mostra que a Orientação para o Ensino de IS (OEI) ocupa um lugar central com 44%, refletindo um foco em objetivos disciplinares e específicos. As estratégias instrucionais (CEIE), com 26%, complementam essa abordagem, destacando a importância das metodologias de sala de aula. Entretanto, a baixa representação do conhecimento curricular (CPE), de apenas 2%, e da compreensão do aluno (CCE), de 9%, demonstra uma falta de atenção ao planejamento curricular e às necessidades individuais dos alunos. Essa visão geral sugere, diante disso, um ensino sólido em termos de conteúdo e estratégias, mas com áreas de melhoria na personalização e conexão com o *design* geral do currículo.

Finalmente, a ausência do componente de Conhecimento da Avaliação da Aprendizagem (CEVA**)** no quadro dos Dinamizadores reflete uma lacuna significativa na dinâmica da sala de aula, pois a avaliação da aprendizagem é essencial para conectar o ensino com o impacto real nos alunos. Nesse sentido, isso destaca a necessidade de se fortalecer as competências dos professores em avaliação e de se integrar esse componente como um pilar fundamental da prática pedagógica.

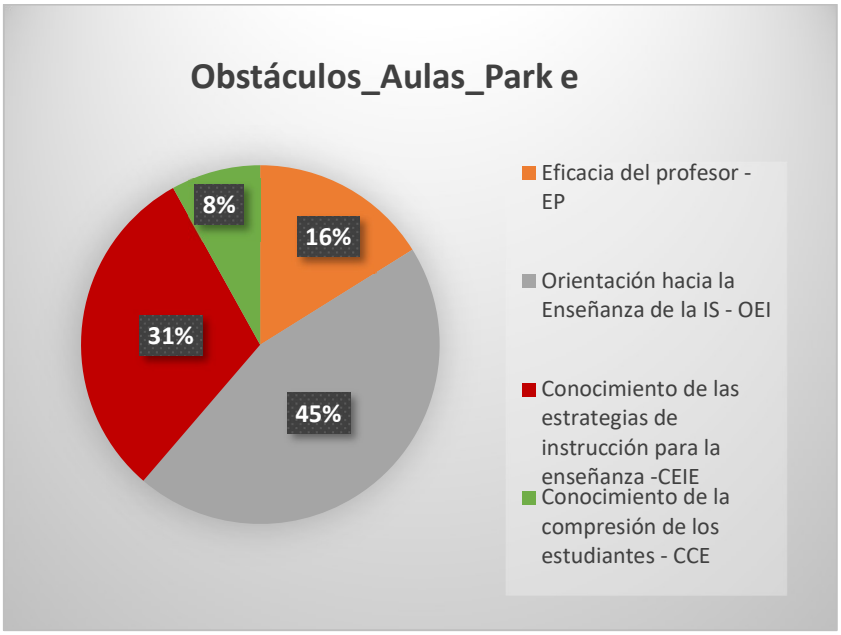
6.6.2.2 Obstáculos

Quanto ao Eixo dos Obstáculos, esse pode ser concebido por meio das dificuldades de compreensão de conceitos em Matemática, que afetam a aprendizagem dos alunos. Nesse sentido, o professor destaca essa situação como um obstáculo, pois vários desses conceitos devem ser, constantemente e repetidamente, explicitados na construção do conhecimento didático do professor sobre o conteúdo no uso de geotecnologias/Imagem de Satélite.

Nesse contexto, segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), utilizando o *software* MAXQDA, a Figura 30 apresenta os resultados do Eixo dos Obstáculos levando em consideração aos acompanhamentos da sala de aula e o modelo desses autores.

A Orientação para o Ensino de IS (OEI), com 45%, representa o maior desafio na dinâmica das aulas, o que sugere que o professor possivelmente encontra dificuldades na aplicação dos objetivos específicos da área disciplinar com estratégias pedagógicas ou que lhe falta clareza em como alinhar o ensino às necessidades do contexto curricular.

Figura 30 — Obstáculos na Aula.



Fonte: Elaboração do autor.

Os obstáculos no componente Conhecimento de Estratégias Instrucionais para o Ensino (CEIE), com 31%, refletem que o professor enfrenta problemas ao selecionar, elaborar ou implementar estratégias pedagógicas eficazes. Essa barreira pode limitar a capacidade do professor de facilitar a aprendizagem significativa e atingir os objetivos propostos.

A Eficácia do Professor (EP), como obstáculo moderado com 16%, pode estar relacionada à confiança do professor em sua capacidade de administrar a sala de aula ou implementar metodologias eficazes.

O componente Conhecimento da Compreensão dos Alunos (CCE), com apenas 8%, aparece como o obstáculo menos significativo no gráfico. Isso pode refletir que o professor acredita ter conhecimento suficiente sobre as características e necessidades de seus alunos, ou que subestima a importância desse aspecto na resolução de desafios educacionais.

Em suma, o quadro de obstáculos nas aulas, baseado no modelo de Park e Oliver (2008), identifica a Orientação para o Ensino de IS (OEI) como principal desafio, com 45%. Isso indica que o professor tem dificuldades em integrar objetivos disciplinares em sua prática de ensino. Em seguida, aparece o Conhecimento de Estratégias Instrucionais para o Ensino (CEIE) com 31%, o que demonstra problemas no planejamento e na implementação de metodologias eficazes. A Eficácia do Professor (EP) mostra-se como um obstáculo secundário com 16%, enquanto o Conhecimento da Compreensão do Aluno (KSU), com apenas 8%, é percebido como menos problemático. Ademais, a ausência dos componentes Conhecimento da Avaliação de Aprendizagem (CEVA) e Conhecimento do Currículo (CPE) pode não ter tido um impacto significativo neste caso.

Portanto, esses resultados destacam a necessidade de se fortalecer a formação de professores em áreas específicas, como o alinhamento de objetivos e estratégias de ensino, bem como o desenho de práticas mais eficazes e adaptadas ao contexto disciplinar.

6.6.2.3 Questionamentos

Alguns desses eixos podem, em determinado momento, se tornar eixos dinâmicos, ou eixos de obstáculos ou questionamentos. Martínez (2000 *apud* Amaya, 2018, p. 157, tradução nossa) afirma que o “eixo questionador representa contradições ou questionamentos conscientes ou

inconscientes, mas que também consideramos que podem catalisar um processo de mudança se forem explicitados e levados em conta nas propostas formativas".

Na construção do Conhecimento Didático do Conteúdo do professor no uso de geotecnologias/Imagem de Satélite, segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), utilizando o *software* MAXQDA, temos a seguinte Figura 31, que mostra os resultados do Eixo dos Questionamentos levando em consideração ao acompanhamento da sala de aula e o modelo desses autores.

A Orientação para o Ensino de IS (OEI), com 39%, reflete que a abordagem pedagógica ou metodológica do professor para a instrução de Imagem de Satélite (IS) é um aspecto relevante nas questões dos Eixos DOC.

Figura 31 — Questionamentos na Aula.

Fonte: Elaboração do autor.

O percentual de 29% do Conhecimento de Estratégias Instrucionais para o Ensino (CEIE), constando como segundo componente mais importante das questões dos Eixos DOC, sugere a necessidade de planejamento e implementação de estratégias instrucionais, o que pode estar relacionado à necessidade de treinamento contínuo.

A Eficácia do Professor (EP), terceiro componente mais importante das questões dos Eixos DOC, com 20%, reflete que eles se baseiam mais nos métodos e recursos utilizados que nas habilidades intrínsecas do professor.

O baixo percentual do Conhecimento da Compreensão dos Alunos (CCE), com 12%, sugere que esse componente, no Eixo DOC de Questionamento, fornece suficiência à compreensão dos alunos que processam e aplicam o conhecimento transmitido pelo professor.

Desse modo, o Eixo de Questionamento, nas aulas do professor sob o modelo de Park e Oliver (2008), destaca que as maiores questões giram em torno dos componentes de Orientação para o Ensino de IS e Conhecimento de Estratégias Instrucionais para o Ensino (CEIE), com menos ênfase na Compreensão do Aluno e na percepção da Eficácia do Professor.

Por fim, a não inclusão da Avaliação do Conhecimento da Aprendizagem (CEVA) e do Conhecimento do Currículo (CPE) não foi considerada na análise do Eixo de Questionamento porque os dados coletados não contemplaram esses componentes, priorizando os demais, dentro do modelo de Park e Oliver (2008).

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Para concluir nossa tese de doutorado, é essencial considerar a questão colocada e as questões subsidiárias desta pesquisa para visualizar os objetivos alcançados. Desse modo, o estudo levantou a questão sobre a caracterização do Conhecimento Didático de Conteúdo (CDC), em relação ao ensino de geotecnologias de Imagens de Satélite (IS), no projeto curricular de Engenharia Topográfica da Universidade Distrital Francisco José de Caldas, bem como suas questões subsidiárias.

Uma das questões foi: O que caracteriza o Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) construído por 2 professores — estudo de caso — de Engenharia Topográfica em relação ao ensino de geotecnologias de Imagens de Satélite (IS) da Universidade Distrital Francisco José de Caldas?

Diante disso, demonstrou-se que o Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) dos 2 professores em questão caracteriza-se por uma transformação do conhecimento técnico do ensino de geotecnologias por Imagens de Satélite (IS) em conteúdo acessível e didático. Esse processo inclui:

a) integração da experiência profissional: Os instrutores desenvolveram seu CDC com base na combinação de conhecimento técnico adquirido durante seu treinamento e sua prática profissional em Engenharia Topográfica;
b) adaptação ao contexto educacional: Observa-se uma transformação do conteúdo disciplinar em conteúdo didático, tornando o ensino de geotecnologias por Imagens de Satélite (IS) ensinável, considerando as necessidades dos alunos e o contexto específico da Universidade Distrital Francisco José de Caldas;
c) componentes holísticos: Eles empregaram uma abordagem que combina conhecimento de conteúdo, pedagógico e curricular, alinhados às demandas educacionais atuais e aos avanços tecnológicos.

Outra questão levantada neste estudo foi: Quais componentes do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC), segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), foram utilizados pelos 2 professores — estudo de caso — de Engenharia Topográfica em relação ao ensino de geotecnologias de Imagens de Satélite (IS) da Universidade Distrital Francisco José de Caldas?

O modelo hexagonal de Park e Oliver (2008) identifica seis componentes fundamentais do CDC. No caso dos 2 professores, os componentes utilizados incluem:

a) Conhecimento de Conteúdo (CC): Domínio do assunto técnico relacionado a Imagens de Satélite;
b) Conhecimento do Aluno: Compreensão das ideias prévias, necessidades e dificuldades de aprendizagem específicas do grupo de alunos;
c) Conhecimento Curricular: Alinhamento das atividades de ensino com os objetivos acadêmicos do programa;
d) Estratégias de Ensino: Utilização de ferramentas e metodologias específicas para tornar o ensino de geotecnologias por Imagens de Satélite (IS) mais compreensível;
e) Avaliação de Conhecimento: Métodos para medir a aprendizagem e a compreensão do assunto;
f) por fim, um dos componentes que considero mais importantes dentro do modelo é a Eficácia do Professor: reflexão contínua sobre suas práticas e eficácia.

Ademais, levantou-se a questão: Quais são as relações entre os componentes do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC), segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), que os 2 professores — estudo de caso — de Engenharia Topográfica utilizaram em relação ao ensino de geotecnologias de Imagens de Satélite (IS) da Universidade Distrital Francisco José de Caldas?

Nesse contexto, as relações entre os componentes destacaram-se pela sua interligação e por *feedback* constante:

a) integração dinâmica: os professores não trabalham nos componentes isoladamente, mas os conectam para enriquecer seu ensino. Por exemplo, eles ajustam estratégias de ensino com base no conhecimento dos alunos e em avaliações anteriores;
b) transformação do conhecimento: O modelo permite a conversão de conhecimento técnico em práticas pedagógicas compreensíveis e relevantes;
c) reflexão contínua: A eficácia do ensino serve como chave para melhorar a coesão entre todos os componentes, garantindo uma abordagem holística e prática.

O estudo questionou, também: Quais são os Eixos DOC na construção do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC), segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), que foram identificados nos 2 professores — estudo de caso — de Engenharia Topográfica em relação ao ensino de geotecnologias de Imagens de Satélite (IS) da Universidade Distrital Francisco José de Caldas?

Sobre isso, demonstrou-se que os Eixos DOC (Dinamizador, Obstáculo e Questionamento) destacados na construção do CDC incluem:

1) Dinamizadores: Inovações tecnológicas no campo do ensino de geotecnologias por Imagens de Satélite (IS) e o interesse dos professores em atualizar seus métodos de ensino;
2) Obstáculos: A limitada formação pedagógica inicial dos professores, que tem sido compensada por sua experiência e sua aprendizagem autodidata;
3) Questionamentos: A necessidade de adaptar as práticas de ensino às demandas do século XXI, fomentando o pensamento crítico e a resolução de problemas nos alunos.

Com isso, enfim, esses elementos refletem os desafios e conquistas na construção de um CDC robusto e contextualizado para o ensino de Imagens de Satélite em Engenharia Topográfica.

7.1 CONCLUSÃO SOBRE O OBJETIVO GERAL

O **objetivo geral** deste estudo foi: *Analisar o Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC), construído por 2 professores — estudo de caso — do curso de Engenharia Topográfica em relação ao ensino de geotecnologias de Imagens de Satélite (IS) da Universidade Distrital Francisco José de Caldas*.

Tal proposição envolveu uma revisão abrangente de como esses professores transformam o conhecimento técnico em ferramentas pedagógicas eficazes. Essa análise baseou-se no entendimento de que o CDC não representa apenas a intersecção entre o conhecimento disciplinar e pedagógico, mas também a adaptação do conteúdo ao contexto educacional específico.

Neste estudo de caso, os professores desenvolveram seu CDC por meio de um processo reflexivo e experimental, integrando sua *expertise* técnica às necessidades da sala de aula. Essa

abordagem é crucial no campo do ensino de geotecnologias de Imagens de Satélite (IS), uma vez que essas Imagens, como conteúdo especializado, requerem simplificação e contextualização para facilitar o aprendizado. O CDC analisado incluiu componentes como conhecimento profundo do conteúdo técnico, compreensão das características dos alunos e planejamento curricular personalizado.

Utilizando o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), a análise destacou a interação entre seis componentes principais: conhecimento do conteúdo, estratégias pedagógicas, compreensão do aluno, currículo, avaliação e eficácia do professor. Os professores demonstraram capacidade de integrar essas dimensões, permitindo um ensino mais eficaz e significativo. Por exemplo, eles implementaram estratégias inovadoras para ensinar conceitos complexos, usando representações visuais e atividades práticas que facilitam a conexão entre teoria e aplicação.

Além disso, esta análise também destacou os desafios e obstáculos que os professores enfrentam na construção de seu CDC, como a falta de treinamento pedagógico inicial. No entanto, eles superaram essas limitações por meio da reflexão constante sobre suas práticas e da busca pela autoeducação. Isso alinha-se com os Eixos DOC (Dinamizador, Obstáculo e Questionamento), que explicam como os professores lidam com as tensões inerentes à sua prática para melhorar continuamente.

Concluindo, a análise do CDC construído por esses professores não apenas contribuiu para o conhecimento de como conteúdos especializados como geotecnologias de Imagens de Satélite (IS) são ensinados, mas também estabeleceu uma estrutura para inovação educacional em Engenharia Topográfica, demonstrando a importância de se integrar conteúdo técnico com pedagogia reflexiva e contextualizada.

7.2 CONCLUSÕES SOBRE OS OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O **objetivo específico 1** deste estudo buscou: *Identificar os componentes do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC), segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), que vem sendo utilizado por 2 professores — estudo de caso — de Engenharia Topográfica em relação ao ensino de geotecnologias de Imagens de Satélite (IS) da Universidade Distrital Francisco José de Caldas*.

Diante disso, a identificação desses componentes mostrou um significativo processo de construção e adaptação. Essa análise destacou como os professores integraram seis componentes essenciais para transformar conteúdo especializado em estratégias pedagógicas eficazes.

Primeiramente, o conhecimento do conteúdo foi demonstrado pelo domínio técnico das geotecnologias, especialmente das Imagens de Satélite, e pela capacidade dos professores de decompor conceitos complexos em materiais de aprendizagem acessíveis. Em segundo lugar, a conscientização dos alunos destacou a sensibilidade dos professores às ideias anteriores, aos interesses e às dificuldades de aprendizagem de seus estudantes, de modo a adaptarem seu ensino a essas características. Em terceiro lugar, o conhecimento curricular refletiu sua capacidade de alinhar os objetivos educacionais institucionais com as competências exigidas no campo da Engenharia Topográfica.

Além disso, o conhecimento de estratégias pedagógicas foi evidenciado no uso de representações visuais, simulações e exercícios práticos que facilitam a compreensão do conteúdo. O conhecimento de avaliação mostrou-se como essencial para monitorar o progresso do aluno e ajustar as metodologias de ensino conforme necessário. Por fim, o conhecimento da eficácia docente, como eixo integrador, reforçou o processo reflexivo dos professores sobre suas práticas pedagógicas, garantindo a melhoria contínua do ensino.

Concluindo, os componentes do modelo hexagonal de Park e Oliver (2008) foram integrados de forma coerente e dinâmica, permitindo aos professores enfrentar os desafios do ensino de conteúdos especializados como geotecnologias/Imagens de Satélite (IS). Com isso, este estudo de caso destacou como o CDC, com base nesse modelo, é essencial para promover uma aprendizagem significativa e inovadora alinhada às necessidades contemporâneas dos alunos e da sociedade.

Quanto ao **objetivo específico 2**, teve-se: *Determinar as relações entre os componentes do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC), segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), que 2 professores — estudo de caso — de Engenharia Topográfica utilizaram em relação ao ensino de geotecnologias de Imagens de Satélite (IS) da Universidade Distrital Francisco José de Caldas*.

A determinação das relações entre os componentes do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC), segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), no caso dos 2 professores de Engenharia Topográfica da Universidade Distrital Francisco José de Caldas, demonstrou uma

interligação complexa e dinâmica que enriquece o ensino de geotecnologias — Imagem de Satélite (IS). Essa análise destacou que os componentes do CDC não operam isoladamente, mas estão profundamente inter-relacionados, permitindo uma sinergia que aprimora o processo de ensino-aprendizagem.

O conhecimento do conteúdo posicionou-se como o núcleo das interações, pois serve como base para a elaboração de estratégias pedagógicas e a seleção de materiais alinhados ao currículo. Por outro lado, demonstrou-se que o conhecimento do aluno orienta a personalização de estratégias pedagógicas, considerando as necessidades, as dificuldades e os interesses específicos do grupo de aprendizes. Essa relação é fundamental para transformar conceitos complexos de geotecnologias em representações acessíveis e significativas.

Apontou-se, também, que o conhecimento curricular estabelece a estrutura para integrar o conteúdo técnico com as competências institucionais, enquanto o conhecimento avaliativo atua como um mecanismo de *feedback*, permitindo o ajuste de estratégias pedagógicas e a avaliação da eficácia das representações utilizadas. Essas interações são mediadas pelo conhecimento da eficácia do ensino, o que promove a reflexão constante sobre as práticas educacionais e seu impacto na aprendizagem.

Em suma, as relações entre os componentes do CDC, conforme o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), mostraram um processo integral e holístico no ensino de Geotecnologias — Imagens de Satélite (IS). Essa abordagem relacional facilita não apenas a compreensão técnica, mas também o desenvolvimento de habilidades críticas e reflexivas nos alunos, destacando a importância da interação entre conteúdo, pedagogia e contexto no Ensino Superior.

O estudo buscou, **no objetivo específico 3**: *Identificar os eixos DOC (Dinamizador, Obstáculo e Questionamento) na construção do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC), segundo o modelo hexagonal de Park e Oliver (2008), que emergiram em 2 professores — estudo de caso — de Engenharia Topográfica em relação ao ensino de geotecnologias de Imagens de Satélite (IS) da Universidade Distrital Francisco José de Caldas.*

A identificação dos Eixos DOC (Dinamizador, Obstáculo e Questionamento), no contexto deste estudo, revelou os principais fatores que influenciaram seu desenvolvimento profissional e sua abordagem ao ensino de geotecnologias — Imagem de Satélite (IS). Esses Eixos refletiram as

tensões e oportunidades inerentes ao processo educacional, destacando como os participantes enfrentaram e superaram os desafios associados à sua prática docente.

Entre os Dinamizadores, foram identificados elementos como inovação tecnológica e interesse em integrar ferramentas geotecnológicas avançadas em sala de aula. A experiência profissional prévia dos professores e sua busca constante por atualização na área de Engenharia Topográfica também impulsionaram o desenvolvimento de um CDC personalizado e contextualizado. Esses fatores facilitaram, nesse sentido, a implementação de estratégias pedagógicas inovadoras e práticas significativas para os alunos.

Em relação aos obstáculos, destacaram-se a limitada formação pedagógica inicial dos professores e as restrições institucionais relacionadas à atualização curricular e ao acesso a recursos específicos. Essas barreiras foram abordadas por meio de processos de autoaprendizagem e reflexão crítica sobre suas práticas de ensino, demonstrando a resiliência e a adaptabilidade dos professores.

O estudo, ademais, apontou o surgimento de questões sobre como alinhar as práticas pedagógicas às demandas da educação contemporânea, o que exige preparar os alunos não apenas tecnicamente, mas também como indivíduos críticos, criativos e reflexivos. Os professores responderam a essas perguntas por meio de um foco constante na melhoria de seus métodos e na transformação de conteúdo técnico em conhecimento ensinável.

Em conclusão, os Eixos DOC foram fundamentais na construção do CDC desses professores, destacando como os Dinamizadores aprimoraram suas práticas, enquanto os obstáculos desafiaram suas capacidades adaptativas e as questões guiaram sua evolução em direção a um ensino mais significativo e contextualizado em geotecnologias.

7.3 CONCLUSÕES SOBRE O ESPAÇO — MILTON SANTOS

Milton Santos (2002), em seu estudo do espaço, concebe-o como uma construção social resultante da interação entre sistemas naturais, objetos técnicos e ações humanas. Nesse sentido, segundo Santos (2002), o espaço geográfico não é apenas um recipiente passivo, mas um conjunto de relações dinâmicas onde se expressam processos econômicos, sociais, culturais e políticos.

Ao relacionarmos essa perspectiva com a nossa tese de doutorado — especialmente no contexto das geotecnologias/Imagem de Satélite e do CDC dos professores Jennifer e Carlos do

curso de Engenharia Topográfica da Universidade Distrital Francisco José de Caldas —, podemos destacar os seguintes pontos:

a) **o espaço como produto técnico e social**: Milton Santos (1985) destaca como os objetos técnicos — por exemplo, geotecnologias e Imagens de Satélite — não existem no vácuo, mas interagem com sistemas sociais e econômicos. Para a tese de doutorado, observou-se que as geotecnologias são ferramentas cruciais na formação de engenheiros topográficos, pois permitem a interpretação e transformação do espaço com base em dados precisos. Essa abordagem técnica é complementada pela necessidade de um CDC que permita aos professores ensinar como esses objetos técnicos se relacionam com a dinâmica social;
b) **espaço e Educação Tecnológica**: A incorporação das geotecnologias no ensino reforça a ideia de Milton Santos (1985) de que o espaço está em constante transformação devido à tecnologia. No entanto, a tese apontou um desafio fundamental: muitas vezes, os professores carecem de formação pedagógica para ensinar essas tecnologias, o que limita sua capacidade de conectar o conhecimento técnico com as implicações sociais e ambientais do uso do espaço.

Em síntese, na perspectiva de Milton Santos (1985), o espaço geográfico, no campo educacional abordado na tese, não é apenas um objeto de estudo, mas um elemento que se constrói e se reconstrói, continuamente, por meio da interação entre os instrumentos técnicos, os conhecimentos transmitidos e os contextos sociais nos quais são ensinados. Isso, por fim, reforça a necessidade de se integrar o conhecimento técnico com uma abordagem crítica e pedagógica na formação de engenheiros topográficos.

7.4 RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

A partir da análise do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) dos 2 professores de Engenharia Topográfica da Universidade Distrital Francisco José de Caldas em relação ao ensino de geotecnologias/Imagem de Satélite (IS), identificou-se múltiplas áreas que poderão ser abordadas em pesquisas futuras para aprofundar e ampliar os achados deste estudo. Essas

recomendações buscam fortalecer tanto a prática pedagógica quanto o arcabouço teórico do CDC no Ensino Superior, particularmente em contextos técnicos e especializados, como a Engenharia.

Primeiramente, apontam-se recomendações no sentido da ampliação de estudos de caso, de modo a incluir um número maior de docentes e programas relacionados a geotecnologias e outras disciplinas técnicas. Isso permitiria comparar e contrastar práticas de ensino em diferentes contextos, identificando padrões comuns e desafios únicos na construção do CDC.

Ademais, recomenada-se a exploração interdisciplinar do CDC, entendendo que, como as geotecnologias têm aplicações em diversas áreas — como Planejamento Urbano, Engenharia Ambiental e Gestão de Recursos Naturais — é importante explorar como o CDC é construído e aplicado em programas que integram diversas disciplinas. Isso enriqueceria a compreensão do CDC de uma perspectiva mais holística.

Com relação ao estudo longitudinal do desenvolvimento do CDC, aponta-se que estudos futuros podem abordar como ele se desenvolve ao longo do tempo, desde os primeiros anos de prática de ensino até estágios mais avançados, o que permitiria uma melhor compreensão de como a experiência, o treinamento contínuo e as mudanças tecnológicas influenciam a evolução do CDC.

Já sobre o impacto do treinamento de professores no CDC, depreende-se que investigar o papel dos programas formais de treinamento de professores na melhoria do CDC de professores em áreas técnicas seria fundamental para avaliar quão eficazmente políticas e programas de desenvolvimento profissional de professores podem ser elaborados.

Uma outra recomendação apontada diz respeito à análise do modelo hexagonal de Park e Oliver (2008) em outros contextos, uma vez que, embora tenha se mostrado útil neste estudo, seria valioso aplicá-lo em diferentes ambientes educacionais, tanto dentro quanto fora da ambiência universitária, para avaliar sua validade e adaptabilidade em outros níveis e disciplinas educacionais.

Indica-se, também, neste contexto, a integração de tecnologias emergentes. Dados os rápidos avanços em ferramentas como inteligência artificial, realidade aumentada e sistemas de modelagem 3D, é recomendável investigar como essas tecnologias podem ser integradas ao ensino de geotecnologias e quais novos desafios e oportunidades elas apresentam para o CDC. Além disso, sugere-se avaliação do impacto na aprendizagem dos alunos, no sentido de que estudos futuros devem se concentrar não apenas no CDC dos professores, mas também em como ele influencia diretamente a aprendizagem, a motivação e as competências dos alunos em disciplinas técnicas.

Por fim, aborda-se a exploração cultural e contextual do CDC, sugerindo-se investigar como fatores culturais, sociais e econômicos específicos de diferentes regiões ou instituições impactam a construção dele. Isso poderia ajudar a projetar estratégias pedagógicas mais inclusivas e contextualizadas.

Diante disso, em resumo, pesquisas futuras sobre CDC em contextos de educação técnica têm o potencial de contribuir significativamente para o desenvolvimento de estratégias educacionais mais eficazes e inovadoras. Isso fortaleceria não apenas as habilidades dos professores, mas também a aprendizagem e o desenvolvimento integral dos alunos, respondendo, assim, às demandas do século XXI.

REFERÊNCIAS

ABELL, S. K. *et al*. Preparing the next generation of science teacher educators: A model for developing PCK for teaching science teachers. **Journal of science teacher education**, [*s. l.*], v. 20, n. 1, p. 77-93, 2008.

ACEVEDO-DÍAZ, J. A. Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): el marco teórico. **Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.**, [*s. l.*], v. 6, n. 1, p. 21-46, 2009.

ACEVEDO, J.; IBARRA, E. H. Modelos didácticos en la enseñanza de las ciencias naturales del ciclo complementario de las Normales Superiores del Departamento del Atlántico. **Revista Justicia**, Barranquilla, v. 14, n. 15, p. 142-152, 2008.

AGRA, G.; FORMIGA, N. S; OLIVEIRA, P. S. D.; COSTA, M. M. L.; FERNANDES, M. D. G. M.; NÓBREGA, M. M. L. D. Análise do conceito de Aprendizagem Significativa à luz da Teoria de Ausubel. **Revista Brasileira de Enfermagem**, [*s. l.*] v. 72, n. 1, p. 248-255, 2019.

ALENCAR, M. N.; MOURA, D. G. Origem da metodologia de projetos, seu significado, trajetória e contribuições para os processos educacionais. *In*: SENEPT — SEMINÁRIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLOGIA, 4., Belo Horizonte. **Anais** [...]. Belo Horizonte: SENEPT, 2010.

ALONZO, A. C.; KIM, J. Declarative and dynamic pedagogical content knowledge as elicited through two video-based interview methods. **Journal of Research in Science Teaching**, [*s. l.*], v. 53, n. 8, p. 1259-1286, 2016.

AMAYA, G. F. **El conocimiento profesional del profesor de biología sobre biodiversidade**. Un estudio de caso en la formación inicial durante la práctica pedagógica en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 2018. Tese (Doutorado em Educação) — Universidade Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018.

AMIGUES, R.; FAITA, D.; SAUJAT, F. L'autoconfrontation croisée: une méthode pour analyser l'activité enseignante et susciter le développement de l'expérience professionnelle. **Bulletin de psychologie**, [*s. l.*], v. 57, n. 469, p. 41-44, 2004.

ANANIADOU, K.; CLARO, M. 21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries. **OECD Education Working Papers**, Paris, n. 41, p. 1-33, 18 dez. 2009.

ARIZA, R. P.; GARCÍA, E. G.; GARCÍA, A. R.; POZO, R. M. Les obstacles à la formation professionnelle des professeurs en rapport avec leurs idées sur la science, l'enseignement et l'apprentissage. **Aster**, Paris, v. 26, n. 1, p. 207-235, 1998.

ARSET. **Fundamentos de la Teledetección (Percepción Remota)**. [*S. l.*]: NASA, 2023.

ASIBEI. **Tendências na formação de engenheiros na América Latina**. Bogotá: Arfo Ed., 2014.

AYDIN, S.; BOZ, Y. The nature of integration among PCK components: A case study of two experienced chemistry teachers. **Chemistry Education Research and Practice**, [*s. l.*], v. 14, n. 4, p. 615-624, 2013.

AZAM, S. Distinguishing topic-specific professional knowledge from topic-specific PCK: A conceptual framework. **International Journal of Environmental and Science Education**, [*s. l.*], v. 14, n. 5, p. 281-296, 2019.

BALLENILLA, F. El cambio de modelo didáctico, un proceso complejo. **Investigación en la Escuela**, [*s. l.*], n. 18, p. 43-68, 1992.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. **B Tec Senac**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p. 48-67, maio/ago 2013.

BARNETT, J; HODSON, D. Pedagogical context knowledge: Toward a fuller understanding of what good science teachers know. **Science education**, [*s. l.*], v. 85, n. 4, p. 426-453, 2001.

BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos**: educação diferenciada para o século XXI. [*S. l.*]: Penso Editora, 2015.

BERBEL, N. A. N. A problematização é uma aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, [*s. l.*], v. 2, n. 2, p. 139-154, 1998.

BERRY, A.; LOUGHRAN, J.; VAN DRIEL, J. H. Revisiting the roots of pedagogical content knowledge. **International Journal of Science Education**, [*s. l.*], v. 40, n. 10, p. 1271-1279, ago. 2008.

BOLÍVAR, A. Conocimiento didáctico del contenido y didácticas específicas. **Profesorado**: Revista de currículum y formación del profesorado, [*s. l.*], v. 9, n. 2, p. 1-39, 2005.

BONHAM-CARTER, G. F. **Geográfico Informação Sistema para geocientistas**: modelagem com Gis. Kindlington: Pergamon, ELSEVIER, 1994.

BRASIL. Decreto nº 6.666, de 27 de novembro de 2008. Institui, no âmbito do Poder Executivo federa, a Infra-Estrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6666.htm. Acesso em: 24 maio 2025.

BUZAI, G. D. O papel da geotecnologia no processo de transição sociocultural no final do século XX. *In*: GIS BARSIL 96, Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba: Sagres, 1996.

CAMPELO, Á. **A paisagem**: introdução a uma gramática do "espaço". Guimarães: UMDGEO — Departamento de Geografia da Universidade do Minho, 2013.

CARBALLO, C. T.; GOLDBERG, S. (Dirs.) **Comunidad e información ambiental del riesgo**. Las inundaciones y el río Luján. Buenos Aires: Editorial Dunken, 2014.

CARLSEN, W. Domains of Teacher Knowledge. *In*: GESS-NEWSOME, J.; LEDERMAN, N. G. (Eds.). **Examining pedagogical content knowledge**: The construct and its implications for science education. Dordrecht: Springer Netherlands, 1999.

CASTANHO, R. B.; MARLENKO, N.; NATENZON, C. E. As Geotecnologias e o Ensino Universitário: comparações metodológicas da disciplina de sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, [*s. l.*], v. 3, n. 5, p. 21-38, 2013.

CASTRO, A. L. Conhecimento Didático do Conteúdo (DCK): uma ferramenta que contribui para moldar a identidade profissional do professor. **Magistro**, [*s. l.*], v. 8, n. 15, p. 89-110, 2014.

CHAN, K. K. H. A critical review of studies using the pedagogical content knowledge map approach. **Internation Journal of Science Education**, [*s. l.*], v. 44, n. 3, p. 487-513, 2022.

CHAN, K. K. H.; ROLLNICK, M.; GESS-NEWSOME, J. A grand rubric for measuring science teachers' pedagogical content knowledge. **Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science**, [*s. l.*], p. 253-271, 2019.

CHEVALLARD, Y. Readjusting didactics to a changing epistemology. **European Educational Research Journal**, [*s. l.*], v. 6, n. 2, p. 131-134, 2007.

CHUVIECO, E. *et al*. Development of a framework for fire risk assessment using remote sensing and geographic information system technologies. **Ecological modelling**, [*s. l.*], v. 221, n. 1, p. 46-58, 2010.

CHUVIECO, E.; VEGA, J. M. Visual versus digital analysis for vegetation mapping: some examples on Central Spain. **Geocarto International**, [*s. l.*], v. 5, n. 3, p. 21-30, 1990.

CERDÁ, H. Los elementos de la investigación. **Cómo reconocerlos, diseñarlos y construirlos**. Bogotá: El Buho, 2002.

CLERMONT, C. P.; BORKO, H.; KRAJCIK, J. S. Comparative study of the pedagogical content knowledge of experienced and novice chemical demonstrators. **Journal of Research in Science Teaching**, [*s. l.*], v. 31, n. 4, p. 419-441, 1994.

COCHRAN, K. F.; DERUITER, J. A.; KING, R. A. Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation**. Journal of teacher Education**, [*s. l.*], v. 44, n. 4, p. 263-272, 1993.

COCHRAN-SMITH, M.; LYTLE, S. L. Research on teaching and teacher research: The issues that divide. **Educational researcher**, [*s. l.*], v. 19, n. 2, p. 2-11, 1990.

DE MORAES NOVO, E. M. L. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. Blucher, 2010.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (Eds.). **The Sage handbook of qualitative research**. London: Sage Publications Ltd., 2005.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S.; GIARDINA, M. D. Disciplinando a pesquisa qualitativa. **Revista Internacional de Estudos Qualitativos em Educação**, [*s. l.*], v. 19, n. 6, p. 769-782, 2006.

DENZIN, N. Strategies of Multiple Triangulation, En K. Denzin (ed.) **Theoretical Introduction to Sociological Methods**, (pp. 297-299). The State University of New Yersey, 2009.

DI LEO, N. C. Drones: nova difusão do sensoriamento remoto agroambiental e novo paradigma para a agricultura de precisão. **Revista Agromensajes**, [*s. l.*], v. 41, p. 7-17, 2015.

DI MAIO, A. C. **Geotecnologias digitais no ensino médio**: avaliação prática de seu potencial. Tese (Doutorado em Geografia) — Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

DURÁN, M. M. O estudo de caso em pesquisa qualitativa. **National Journal of Administration**, [*s. l.*], v. 3, n. 1, p. 121-134, 2012.

FARRERA, R. A. M. Experiencias humanas en internet: tecnologías, innovación, aplicaciones, riesgos y problemas sociales. **Anuario del Centro de Estudios Superiores de México e Centroamérica**, Tuxtla Gutiérrez, ano 2012, p. 315-336, 2013.

FERNANDES, S.; FLORES, M. A.; LIMA, R. M. Using the CIPP model to evaluate the impact of project-led education: a case study of engineering education in Portugal. *In*: KOLMOS, A.; GRAAFF, E.; DU, X. **Research on diversity of PBL Practice in Engineering Education**. [*S. l.*]: SENSE, 2009.

FERNÁNDEZ, S. C.; GALLARDO, J. R. R.; MAYORGA, A. V. Sensoriamento Remoto: seus fundamentos. **Ensaios**: Revista da Faculdade de Educação de Albacete, [*s. l.*], n. 11, p. 183-194, 1996.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Text Office, 2002.

FLORES, F. A.; CHAN-TENEZ, A.; SÁNCHEZ, J. E. A dimensão tecnológica no conhecimento docente profissional: remodelando o conhecimento didático do conteúdo de professores universitários. **Revista de estudos e experiências em educação**, [*s. l.*], v. 20, n. 44, p. 53-72, 2021.

FRANCISCHETT, M. N. A. **Cartografia não ensina Geografia**: uma aprendizagem mediada. Cascavel: Edunioeste, 2004.

FRANCISCHETT, M. N. A. **Uma cartografia escolar crítica**. Cascavel: Edunioeste, 2008.

FUENZALIDA, M; BUZAI, G. D.; JIMÉNEZ, A. M.; LEÓN, A G. **Geografia, Geotecnologia e Análise Espacial**: tendências, métodos e aplicações. 1. ed. Santiago de Chile: Editorial Triángulo, 2015.

GAETA, C. Docência com profissionalidade no ensino superior. **Brazilian Geograpgical Journal**, Ituiutaba, v. 4, n. 2S, 2013.

GARCÍA, C. M.; DOMÍNGUEZ, C. Y.; RODRÍGUEZ, V. H. P. El conocimiento tecnológico y tecnopedagógico en la enseñanza de las ciencias en la universidad. Un estudio descriptivo. **Enseñanza de las ciencias**, [*s. l.*], v. 34, n. 2, p. 67-86, 2016.

GARRITZ, A. História e desafios da formação de professores (mais sobre Lee Shulman). **Educação Química**, [*s. l.*], v. 17, n. 3, p. 322-326, 2006.

GARRITZ, A.; TRINIDAD-VELASCO, R. El conocimiento pedagógico del contenido. **Educación Química**, [*s. l.*], v. 15, n. 2, 2004.

GESS-NEWSOME, J. A Model of Teacher Professional Knowledge and Skill including PCK: Results of the Thinking from the PCK Summit. *In*: BERRY, A.; FRIEDRICHSEN, P.; LOUGHRAN, J. (Eds.). **Re-Examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education**. New York: Routledge, 2015.

GESS-NEWSOME, J. *et al*. Teacher pedagogical content knowledge, practice, and student achievement. **International Journal of Science Education**, [*s. l.*], v. 41, n. 7, p. 944-963, 2019.

GESS-NEWSOME, J.; LEDERMAN, N. G. Biology teachers' perceptions of subject matter structure and its relationship to classroom practice. **Journal of research in science teaching**, [*s. l.*], v. 32, n. 3, p. 301-325, 1995.

GESS-NEWSOME, J.; LEDERMAN, N. G. (Eds.). **Examinando el conocimiento pedagógico del contenido**: o construto e suas implicações para a educação científica. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999.

GESS-NEWSOME, J. Pedagogical content knowledge: An introduction and orientation. *In*: GESS-NEWSOME, J.; LEDERMAN, N. G. (Eds.). **Examining pedagogical content knowledge**: The construct and its implications for science education. Dordrecht: Springer Netherlands, 1999.

GOMES, N. F. L. **Potencial didáctico dos sistemas de informação geográfica no ensino da Geografia**: Aplicação ao 3º Ciclo do Ensino da Geografia. 2006. Dissertação (Mestrado em

Ciência e Sistemas de Informação Geográfica) — Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2006.

GROSSMAN, P. **The making of a teacher**: Teacher knowledge and teacher education. New York: Teachers College Press, 1990.

GROSSMAN, P.; WILSON, S.; SHULMAN, L. Professores de disciplinas: conhecimento da disciplina para o ensino. Faculdade. **Revista de Currículo e Formação de Professores**, [*s. l.*], v. 9, n. 2, p. 1-24, 2005.

GUPTILL, S. C. (Ed.). A process for evaluating geographic information systems. **U.S. Geological Survey**, [*s. l.*], n 88-105, p. 1-55, 1988. Disponível em: https://pubs.usgs.gov/publication/ofr88105. Acesso em: 24 maio 2025.

GURDIÁN-FERNÁNDEZ, A. **El paradigma cualitativo en la investigación socio-educativa**. San José: Editorial UCR, 2010.

HALIM, L; ABDULLAH, S. I. S. S.; MEERAH, T. S. M. Students' perceptions of their science teachers' pedagogical content knowledge. **Journal of Science Education and Technology**, [*s. l.*], v. 23, p. 227-237, 2014.

HASHWEH, M. Z. Effects of subject-matter knowledge in the teaching of biology and physics. **Teaching and teacher education**, [*s. l.*], v. 3, n. 2, p. 109-120, 1987.

HASHWEH, M. Z. Teacher pedagogical constructions: a reconfiguration of pedagogical content knowledge. **Teachers and teaching**, [*s. l.*], v. 11, n. 3, p. 273-292, 2005.

HUGHES, T. P. **Networks of Power**. Baltimore; London: Johns Hopkins University Press, 1983.

IBÁÑEZ, A. A. **Sistema de Información Geográfica para la mejora de la gestión y la toma de decisiones difusa en entornos oleícolas**. Monografia (Diploma de Estudos Avançados) — Universidad de Jaén, Jaén, 2012.

IGAC. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. Curso de Fundamentos de Sensoriamento Remoto. [*S. l.*]: IGAC, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA. Tecnologías de sensores remotos activos: Aplicaciones de radar y LiDAR en México. **INEGI**, [*s. l.*], 2020.

JANG, S.; CHEN, K. From PCK to TPACK: Developing a transformative model for pre-service science teachers. **Journal of Science Education and Technology**, [*s. l.*], v. 19, p. 553-564, 2010.

JENSEN, J. R. **Introductory Digital Image Processing**: A remote sensing perspective. 4. ed. [*S. l.*]: Prentice-Hall. 2015.

JOHNSTON, J.; AHTEE, M. Comparing primary student teachers' attitudes, subject knowledge and pedagogical content knowledge needs in a physics activity. **Teaching and Teacher Education**, [*s. l.*], v. 22, n. 4, p. 503-512, 2006.

KAZMIERCZAK, M. L. *et al*. Projeto SIG na Educação: Utilização de sistemas de informações geográficas no Ensino Fundamental. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: INPE, 2007.

KIND, V. On the beauty of knowing then not knowing: Pinning down the elusive qualities of PCK. *In*: BERRY, A.; FRIEDRICHSEN, P.; LOUGHRAN, J. (Eds.). **Re-Examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education**. New York: Routledge, 2015.

KIRMAN, J. M. Educação Elementar: O que é o Projeto Omega? **Aviação / Espaço**, [*s. l.*], v. 7, n. 2, 1980.

KIRSCHNER, S. *et al*. Developing and evaluating a paper-and-pencil test to assess components of physics teachers' pedagogical content knowledge. **International Journal of Science Education**, [*s. l.*], v. 38, n. 8, p. 1343-1372, 2016.

LAFUENTE, A. **El carnaval de la tecnociencia**. Madrid: Editorial Gadir, 2007.

LEDERMAN, N. G.; GESS-NEWSOME, J.; LATZ, M. S. The nature and development of preservice science teachers' conceptions of subject matter and pedagogy. **Journal of Research in Science Teaching**, [*s. l.*], v. 31, n. 2, p. 129-146, 1994.

LEE, E.; LUFT, J. A. Experienced secondary science teachers' representation of pedagogical content knowledge. **International Journal of Science Education**, [*s. l.*], v. 30, n. 10, p. 1343-1363, 2008.

LIEPERTZ, S.; BOROWSKI, A. Testing the Consensus Model: relationships among physics teachers' professional knowledge, interconnectedness of content structure and student achievement. **International Journal of Science Education**, [*s. l.*], v. 41, n. 7, p. 890-910, 2019.

LIMA JÚNIOR, A. S. Tecnologias intelectuais e educação: explicitando o princípio proposicional/hipertextual como metáfora para a educação e o currículo. **Revista FAEEBA**, Salvador, v. 13, p. 401-416, jul./dez. 2004.

LIRA, J. **La percepción remota**: nuestros ojos desde el espacio. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica, 2003.

LIU, W. T. H. **Aplicações de sensoriamento remoto**. [*S. l.*]: Oficina de Textos, 2015.

LOUGHRAN, J.; BERRY, A.; MULHALL, P. Understanding and developing scienceteachers' pedagogical content knowledge. **Springer Science & Business Media**, [*s. l.*], 2012.

LOUGHRAN, J. *et al*. Documenting science teachers' pedagogical content knowledge through PaP-eRs**. Research in Science Education**, [*s. l.*], v. 31, n. 2, p. 289-307, 2001.

LOUGHRAN, J.; MULHALL, P.; BERRY, A. In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. **Journal of Research in Science Teaching**, [*s. l.*], v. 41, n. 4, 370-391, 2004.

MACLUF, J. E.; BELTRÁN, L. A. D.; GONZÁLEZ, L. G. El estudio de caso como estrategia de investigación en las ciencias sociales. **Ciência Administrativa**, [*s. l.*], n. 1, p. 7-10, 2008.

MAGNUSSON, S.; KRAJCIK, J.; BORKO, H. Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. *In*: GESS-NEWSOME, J.; LEDERMAN, N. G. (Eds.). **Examining pedagogical content knowledge**: The construct and its implications for science education. Dordrecht: Springer Netherlands, 1999.

MAHONEY, J. R.; BARNETT, L. **The Learning Edge**: Programas avançados de educação tecnológica em faculdades comunitárias. Washington: Community College Press, 2000.

MARAGHY. W. H. Tendências futuras em educação e pesquisa em Engenharia. In: SELIGER, G. *et al*. (Eds). **Avanços na Manufatura Sustentável**: Anais da 8ª Conferência Global 11 sobre Manufatura Sustentável. Berlim; Heidelberg: Springer-Verlag, 2011.

MARKS, R. Pedagogical content knowledge: from a mathematical case to a modified conception. **Journal of Teacher Education**, [*s. l.*], v. 41, n. 3, p. 3-11. 1990.

MARTÍNEZ, C. A. R.; IBÁÑEZ, S. X.; ¿Qué conocimientos de la profesión docente se favorecen en la formación inicial de los profesores de química en el contexto de las prácticas pedagógicas?: aportes de profesores titulares. **Enseñanza de las ciencias**, [*s. l.*], n. Extra, p. 2695-2700, 2005.

MARULANDA, C. O. La formación de los ingenieros para participar com las comunidades en temas tecnológicos: consideraciones a partir de la gestión del agua. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad**, [*s. l.*], v. 11, n. 33, p. 161-180, setembro 2016.

MASSON, T. J.; MIRANDA, L. F. MUNHOZ JÚNIOR, A. H.; CASTANHEIRA, A. M. P. Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos (PBL). *In*: COBENGE — CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 40., Belém. **Anais** [...]. Belém: COBENGE, 2012.

MATIAS, L. F. Por uma economia política das geotecnologias. **Scripta Nova** — Revista Electrónica de Geografía e Ciencias Sociales, Barcelona, v. 8, n. 170 (52), ago. 2004.

MATIAS, L. F. Sistemas para informação. **Espaço e Geografia**, Brasília, v. 5, n. 1, p. 101-118, 2002.

MATOS, J. **Fundamentos de Informação Geográfica**. 5. ed. atualizada e aumentada. Lisboa: LIDEL, 2008.

MELO, L.; CAÑADA, F.; MELLADO, V. Exploring the emotions in Pedagogical Content Knowledge about the electric field. **International Journal of Science Education**, [*s. l.*], v. 39, n. 8, p. 1025-1044, 2017.

MELO, L. *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, 2022.

MÉNDEZ, A. P. A. Conhecimento escolar sobre a água: uma revisão documental de pesquisas educacionais. **Techné, Episteme e Didaxis**, [*s. l.*], p. 2764-2772, 2021.

MINAYO, M. C. S. *et al*. O desafio do conhecimento. **Pesquisa qualitativa em saúde**, [*s. l.*], v. 14, 2010.

MOREIRA, F. *et al*. Workshop sobre educação em engenharia para a sustentabilidade realizado. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ABORDAGEM DE PROJETOS NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 6., Medellín, 2014.

MOREIRA, S. A. G. Uma discussão teórico-metodológica sobre o uso da cartografia multimídia na formação de professores de Geografia. *In*: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1., Rio Claro. **Anais** [...]. Rio Claro: SIMPGEO-SP, 2008.

MORENO, E. R.; LÓPEZ-CORTÉS, F. Map of pedagogical content knowledge and professional teaching model in biological area on the contents of cell. **Revista Eureka sobre Ensenanza y Divulgacion de las Ciencias**, [*s. l.*], v. 13, n. 3, p. 725-742, 2016.

MORINE-DERSHIMER, G.; KENT, T. The complex nature and sources of teachers' pedagogical knowledge. *In*: GESS-NEWSOME, J.; LEDERMAN, N. G. (Eds.). **Examining pedagogical content knowledge**: The construct and its implications for science education. Dordrecht: Springer Netherlands, 1999.

MULHALL, P.; BERRY, A.; LOUGHRAN, J. Frameworks for representing science teachers' pedagogical content knowledge. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**, [*s. l.*], v. 4, n. 2, p. 1-25, dez. 2003.

MULHOLLAND, J.; WALLACE, J. Growing the tree of teacher knowledge: Ten years of learning to teach elementary science. **Journal of research in Science teaching**, [*s. l.*], v. 42, n. 7, p. 767-790, 2005.

MUNDO GEO. Geotecnologias para sustentabilidade. **Mundo Geo**, [*s. l.*], ano 12, n. 72, 2013.

NASCIMENTO, F. D. S.; HETKOWSKI, T. M. Geotecnologia: como explorar a educação cartográfica com as novas gerações. *In*: EDUCERE — Congresso Nacional De Educação, 10., Curitiba; SIRSSE — SEMINÁRIO INTERNACIONAL REPRESENTAÇÕES SOCIAIS, SUBJETIVIDADE E EDUCAÇÃO, 1., Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba: PUC-PR, 2011.

NAVA, M. C.; DÍAZ, M. H. R. Diseño de un instrumento para caracterizar el conocimiento didáctico del contenido en profesores de física sobre un tópico específico. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de Las Ciencias**, [*s. l.*], v. 14, n. 2, p. 340-359, 2019.

NEUMANN, K.; KIND, V.; HARMS, U. Probing the amalgam: the relationship between science teachers' content, pedagogical and pedagogical content knowledge. **International Journal of Science Education**, [*s. l.*], v. 41, n. 7, p. 847-886, 2019.

NEVES, R. J; CRUZ, C. B. M. O uso de representações gráficas geradas a partir de ferramentas de geoprocessamento em estudos de sala de aula — PANTANAL DE CÁCERES/MT. **Revista Brasileira de Cartografia**, [*s. l.*], n. 59/01, abril de 2007.

NOSOLINE, I. M. **Aprovação da utilização das Geotecnologias como recurso didático nas salas de aula de Geografia**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

OLIVEIRA, I. J.; NASCIMENTO, D. T. F. As geotecnologias e o ensino de cartografia nas escolas: potencialidades e restrições. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, [*s. l.*], v. 7, n. 13, p. 158-172, 2017.

PADILLA, K.; GARRITZ, A. Stoichiometry's PCK of university chemistry professors. **Research Based Undergraduate Science Teaching**, [*s. l.*], p. 499-523, 2014.

PADILLA, K.; VAN DRIEL, J. The relationships between PCK components: the case of quantum chemistry professors. **Chemistry Education Research and Practice**, [*s. l.*], v. 12, n. 3, p. 367-378, 2011.

PARK, S.; CHEN, Y. Mapping out the integration of the components of pedagogical content knowledge (PCK): Examples from high school biology classrooms. **Journal of research in science teaching**, [*s. l.*], v. 49, n. 7, p. 922-941, 2012.

PARK, S.; OLIVER, J. S. National Board Certification (NBC) as a catalyst for teachers' learning about teaching: The effects of the NBC process on candidate teachers' PCK development. **Journal of Research in Science Teaching**: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, [*s. l.*], v. 45, n. 7, p. 812-834, 2006.

PARK, S.; OLIVER, J. S. Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. **Research in science Education**, [*s. l.*], v. 38, p. 261-284, 2008.

PASSINI, E. Y. **Alfabetização cartográfica e livro didático**: uma análise crítica. Belo Horizonte: Ed. Lê, 1994.

PERAFÁN, G. **Conocimiento profesional docente y prácticas pedagógicas**. Bogotá: Editorial Aula Humanidades, 2015.

PEREIRA, E. M. Currículo universitário: o que nós, professores, pensamos? *In*: ENCONTRO NACIONAL DA ANPED, 33., Caxambu. **Anais** [...]. Caxambu: ANPED, 2010.

PEREIRA, I. B. **A política e as dinâmicas socioespaciais em tempos de fake news**: cenários, tramas e movimentos em análises de conjuntura. 2021. Tese (Doutorado em Educação e Contemporaneidade) — Universidade do Estado da Bahia, Salvador, 2021.

PEREIRA, I. B. **Educação geográfica e Geotecnologias**: construindo estratégias para compreender o lugar fundamental. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação e Contemporaneidade) — Universidade do Estado da Bahia, Salvador, 2015.

PICKLES, J. **Verdade fundamental**: as implicações sociais dos Sistemas de Informação Geográfica. Nova York: The Guilford Press, 1995.

POWELL, P. C; WEENK, W. **Educação em engenharia liderada por projetos**. Utrecht: Lemma, 2003.

REYES, C. R. *et al*. Un modelo empírico para explicar el desempeño académico de estudiantes de bachillerato. **Perfiles educativos**, [*s. l.*], v. 36, n. 146, p. 45-62, 2014.

REZENDE, A. L. A. **Jogo simulador Kimera como proposta geotecnológica para a compreensão do espaço**. 2015. Tese (Doutorado em Educação e Contemporaneidade), Universidade do Estado da Bahia, Salvador, 2015.

RIBEIRO, L. R. C. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL)**: uma experiência no Ensino Superior de São Carlos. São Carlos: EdUFSCAR, 2010.

RICKENMANN, R.; CÓRDOBA, A. **El análisis de las prácticas y el pilotaje de las conductas de enseñanza**: un estudio comparativo de los dispositivos de evaluación en investigación y en la formación en didácticas de la educación física y de las artes plásticas. **(pensamiento), (palabra)... Y obra**, [*s. l.*], n. 2, p. 86-104, 2009.

RIVERA, C. A. M.; GARCÍA, A. La investigación sobre el conocimiento profesional del profesor: algunos aspectos conceptuales y metodológicos. *In*: ANDRADE, A. M. (Org.). **Algunas aproximaciones a la investigación en educación en enseñanza de las Ciencias Naturales en América Latina Educación en Ciencias**. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2014.

RIVERA, C. A. M.; LOPES, A. C.; NOVAS, A. M. C.; POPOVA, M. J. La organización de los contenidos escolares en orientaciones curriculares para el conocimiento escolar en ciencias naturales (Bogotá, Colombia). **Praxis**, [*s. l.*], v. 17, n. 1, p. 153-166, 2021.

RIVERA, C. A. M. **Ser maestro de ciencias**: productor de conocimiento profesional y crecimiento escolar. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2016.

ROBERTS, S.; SCHEIN, R. H. Destruição da Terra: imagens globais e GIS. *In*: PICKLES, J. (Ed.). **Verdade fundamental**: as implicações sociais dos sistemas de informação geográfica. Nova York: The Guilford Press, 1995. p. 171-195.

RODRÍGUEZ, D.; DOMÍNGUEZ, J.; SOTOLONGO , O.; MARTA, C. S.; MALPICA, N.; ANTORANZ , J. C. Prácticas de Teledetección a distancia en la UNED. Una solución para todos. *In*: CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE TELEDETECCIÓN, 13., Calatayud. **Anais** [...]. Calatayud: Asociación Española de Teledetección, 2009. Disponível em: http://wwwaetorges/congresos/xiii/cal101pdf. Acesso em: 24 maio 2025.

RONCANCIO, J. D. R. **Conocimiento didáctico del contenido en el profesor de Física en formación inicial**. Bogotá: UD Editorial, 2016.

SALAZAR, S. F. El conocimiento pedagógico del contenido como categoría de estudio de la formación docente. **Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"**, [*s. l.*], v. 5, n. 2, p. 1-18, dez. 2005.

SANTOS, M. **A natureza do espaço**. São Paulo: Hucitec, 1996.

SANTOS, M. **A natureza do espaço**: técnica e ritmo, razão e emoção. v. 1. São Paulo: Edusp, 2002.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço**: Técnica e Tempo, Razão e Emoção. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2012.

SANTOS, M. **Espaço e método**. v. 3. São Paulo: Prêmio Nobel, 1985.

SANTOS, M. Por uma epistemologia existencial. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE LATINO-AMERICANA DE ESTUDOS SOBRE AMÉRICA LATINA E CARIBE, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: CLACSO, 2006.

SANTOS, M. **Por uma geografia nova**: da crítica da geografia a uma geografia crítica. 6. ed. São Paulo: Edusp, 2008.

SCHLICHTING, T. S.; HEINZLE, M. R. S. Metodologias ativas de aprendizagem no ensino superior: Aspectos históricos, princípios e propostas de implementação. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 10-39, 2020.

SCHÖN, D. A. **The reflective practitioner**: how professionals think in action. [*S. l.*]: Routledge, 2017.

SERAFINI, M. C.; ANTES, M. E.; VILLANUEVA, S. Propuesta didáctica basada en la interpretación visual de Imagénes Satelitarias. **Memorias XVI SELPER**, Medellín, 2014. Disponível em: https://selper.org.co/papers-XVI-Simposio/Educacion-en-Geomatica/ED8-Propuesta-didactica-basada-en-la-interpretacion-visual.pdf. Acesso em: 24 maio 2025.

SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. **Harvard educational review**, [*s. l.*], v. 57, n. 1, p. 1-23, 1987.

SHULMAN, L. S. Teacher development: Roles of domain expertise and pedagogical knowledge. **Journal of applied developmental psychology**, [*s. l.*], v. 21, n. 1, p. 129-135, 1993.

SHULMAN, L. S. Those who understand: Knowledge growth in teaching. **Educational researcher**, [*s. l.*] v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SILVA, I. B. **K-Ágora como proposta geotecnológica para entendimento das dinâmicas socioespaciais**. 2016. Dissertação (Mestrado) — Universidade do Estado da Bahia, Salvador, 2016.

SILVA, J. X.; CARVALHO FILHO, L. M. Sistemas de Informação Geográfica: uma Proposta Metodológica. *In*: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA, 4., São Paulo; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 2., São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: USP, 1993.

SILVA, L. P.; CECÍLIO, S. A mudança no modelo de educação e formação na engenharia. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 45, p. 61-80, jun. 2007.

SOBARZO, O. Por uma globalização além: um pensamento único na consciência universal. **EURE**, Santiago, v. 27, n. 81, p. 129-131, 2001.

STAKE, R. E. **Investigación con estudio de casos**. 2. ed. Madrid: Morata, 1999.

TAMIR, P. Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. **Teaching and teacher education**, [*s. l.*], v. 4, n. 2, p. 99-110, 1988.

TAVARES, S. R.; SILVA, L. P.; CAMPOS, L. C. As percepções dos professores de engenharia sobre um programa de treinamento PLE “Pratique o que você prega”. **International Journal on Alive Engineering Education**, [*s. l.*], v. 3, n. 2, p. 17-26, 2016.

TOVAR-GÁLVEZ, G. J. C.; CONTRERAS, G. A. G. Investigación ela práctica docente universitaria: obstáculos epistemológicos y alternativas desde la Didáctica General Constructivista. **Educ. Pesqui.**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 881-895, out./dez. 2012.

TREAGUST, D. F.; WON, M. Paradigms in science education research. *In*: LEDERMAN, N. G.; ZEIDLER, D. L.; LEDERMAN, J. S. (Eds.). **Handbook of research on science education**. New York: Routledge, 2023.

UNESCO. **Comparação de estatísticas educacionais ao redor do mundo**. Montreal: Instituto de Estatística da UNESCO, 2010.

VAN DRIEL, J.; BERRY, A.; MEIRINK, J. Research on Science Teacher Knowledge. *In*: ABELL, S.; LEDERMAN, N. (Eds.). **Handbook of Research on Science Education**. v. 2. New York; London: Routledge, 2014.

VAN DRIEL, J.; VERLOOP, N.; DE VOS, W. Developing science teachers' pedagogical content knowledge. **Journal of Research in Science Teaching**: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, [*s. l.*], v. 35, n. 6, p. 673-695, 1998.

VEGA, J. M.; ISABEL, M. P. M. **Guía Didáctica de Teledetección y Medio Ambiente**. [*S. l.*]: Red Nacional de Teledetección Ambiental, 2010. Disponível em: http://wwwaetorges/files/guia_teledeteccion_medio_ambientepdf. Acesso em: 24 maio 2025.

VERDUGO-PERONA, J. J.; OLMOS, R.; SOLAZ-PORTOLÉS, J. J.; SANJOSÉ, V. Análisis estructural del conocimiento didáctico del contenido científico Escolar en futuros maestros de primaria. **Interciencia**, [*s. l.*], v. 42, n. 7, p. 446-450, 2017.

VILLA-PERALTA, A. La formación educativa del ingeniero y la compleja realidad del mundo contemporáneo. **AiBi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería**, [*s. l.*], v. 5, n. 2, p. 9-15, jul. 2017.

WALKER, H. J. Evelyn Lord Pruitt, 1918–2000. **Anais da Associação de Geógrafos Americanos**, [*s. l.*], v. 96, n. 2, p. 432-439, 2006.

WILLISON, L. Three Trends in Engineering Education. **TGDAILY**, [*s. l.*], 17 fev. 2016. Disponível em: https://tgdaily.com/social/134821-three-trends-in-engineering-education/#7Fd0LA. Acesso em: 23 mar. 2021.

ANEXO A — Base de dados consultadas.

BANCO DE DADOS CONSULTADO	PALAVRAS-CHAVE	RESULTADOS	SELECIONADO
SCIELO	Conhecimento didático do conteúdo em engenharia.	0	0
	Conhecimento pedagógico de conteúdo de engenharia	0	0
	Conhecimento profissional em professores universitários	22	6
	Conhecimento profissional em Engenharia.	3	1
SCIELO	Didactic knowledge of engineering content	6	1
	Pedagogical knowledge of engineering content	7	3
	Professional knowledge in university professors	43	0
	Professional knowledge in Engineering	39	0
SCIELO	Conhecimento didático de conteúdo de engenharia	3	0
	Conhecimento pedagógico do conteúdo de engenharia	1	0
	Conhecimento profissional em professores universitários.	4	0
	Conhecimento profissional em Engenharia.	3	1
ERIC	Didactic knowledge of engineering content	4	1
	Pedagogical knowledge of engineering content	34	1
	Professional knowledge in university professors	38	1
	Professional knowledge in Engineering	16	1
Biblioteca Digital USP TESIS DE DOCTORADO	Conhecimento didático de conteúdo de engenharia	0	0
	Conhecimento pedagógico do conteúdo de engenharia	0	0
	Conhecimento profissional em professores universitários.	0	0
	Conhecimento profissional em Engenharia.	0	0
LATINDEX	Conocimiento didáctico del contenido en ingenierías	0	0
	Conocimiento pedagógico del contenido en ingenierías	0	0
	Conocimiento profesional en profesores universitarios	0	0
	Conocimiento profesional en Ingenierías	0	0

Revista Pedagogía y Saberes - UPN	Conocimiento didáctico del contenido en ingenierías	0	0
	Conocimiento pedagógico del contenido en ingenierías	0	0
	Conocimiento profesional en profesores universitarios	0	0
	Conocimiento profesional en Ingenierías	0	0
REDINED Tesis Doctoral.	Conocimiento didáctico del contenido en ingenierías	29	1
	Conocimiento pedagógico del contenido en ingenierías	24	1
	Conocimiento profesional en profesores universitarios	28	2
	Conocimiento profesional en Ingenierías	3	0

ANEXO B — Resumo dos trabalhos selecionados.

Ano-Idioma-País	Título da Pesquisa	Palavras-chave	Problema específico da Inv.	Metodología	Resultados	APA
2021 Español Argentina	La dimensión tecnológica en el conocimiento profesional docente: reperfilando el conocimiento didáctico del contenido de profesores universitarios	Conocimiento profesional docente; tecnologías digitales; actividades de aprendizajes	Abordamos el conocimiento didáctico tecnológico del contenido construido en la praxis académica y su expresión en las actividades de aprendizaje, con el objeto de aproximarnos a los modos de uso e integración de las TIC en la enseñanza universitaria de docentes de diferentes colectivos académicos	La estrategia metodológica adoptada es el estudio de casos múltiples, los que construimos a partir de triangular entrevistas semi-estructuradas, observación no participante de clases y análisis documental, para luego validar en procesos recursivos valiéndonos de estrategias narrativas para el análisis.	Los resultados denotan escasa integración de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje, dando cuenta de actividades con prevalencia asimilativa y expositiva. En su apropiación aparecen notas distintivas en función del contexto académico y la trayectoria profesional.	Agustín Flores, F., Chan-Te-Nez, A., & Sánchez, J. E. (2021). La dimensión tecnológica en el conocimiento profesional docente: reperfilando el conocimiento didáctico del contenido de profesores universitarios. *Revista de estudios y experiencias en educación*, *20*(44), 53-72.
2021 Español México	Innovar en la formación profesional de los estudiantes en instituciones de educación superior en las disciplinas ciencias, tecnologías, ingenierías y matemáticas: Organización de ecosistemas digitales	servicio social, plataforma virtual, proyecto de Intervención, TIC.	Se describe un modelo de servicio social a distancia para preparar al estudiante de las Instituciones de Educación Superior "IES" de las áreas de educación en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas	El método Delphi, como herramienta prospectiva y la escala de Likert fueron utilizados para evaluar la propuesta y para conocer la actitud de los encuestados hacia ella.	El estudio reveló que los profesores están convencidos de que con el apoyo del estudiante se podría integrar a las IES las tendencias tecnológicas, pedagógicas y administrativas en el mundo de la educación a distancia y virtual más relevantes y reconocidas.	Torres Morales, J. G., Gibert Delgado, R. P., & Sánchez Guzmán, D. (2021). Innovar en la formación profesional de los estudiantes en instituciones de educación superior en las disciplinas ciencias, tecnologías, ingenierías y matemáticas: Organización de ecosistemas digitales. *Transformación*, *17*(1), 39-58.
2020 Español Colombia	Enseñanza en ingeniería de manera colaborativa a partir de un diseño tecnopedagógico, usando SMILE	diseño tecnopedagógico; plataforma SMILE; aprendizaje colaborativo; ruta pedagógica	El proyecto de investigación se concentra en cómo realizar una enseñanza que posibilite la comprensión de contenidos, apoyado en una estrategia de indagación, usando la plataforma SMILE.	La metodología usada es de corte cuali-cuantitativa. Desde la investigación acción se soportó la construcción de actividades de clases, usando técnicas de análisis de contenido y observación directa. Para lo cuantitativo, se apoyó en técnicas estadísticas.	El uso de la plataforma SMILE aportó al diseño tecnopedagógico, toda vez que las pretensiones de los docentes de contar con un entorno para la construcción de preguntas se favoreció a partir de las prestaciones con que cuenta la plataforma tecnológica	Solano, A. D., & Aarón, M. A. (2020). Enseñanza en ingeniería de manera colaborativa a partir de un diseño tecnopedagógico, usando SMILE. *Formación universitaria*, *13*(4), 201-210.

2022/23 English London	Learning to think, perform and act with integrity: does teacher education have a signature pedagogy, and why does this matter?	initial teacher education; policy reform; signature pedagogy; models of teacher education	Los llamados a la reforma de la formación inicial del profesorado son ahora una característica común de los panoramas de las políticas educativas en todo el mundo (Ellis et al., 2019). Por ejemplo, en Inglaterra, Gales y Australia revisiones recientes de las formaciones de docentes se han iniciado como parte de un impulso político para mejorar la educación en su conjunto y para abordar la percepción de que la formación docente no está funcionando.	Investigación de las políticas donde Muchos de los argumentos en torno a ciertos tipos de reforma hablan de la profesionalización de los docentes como un objetivo común, Sin embargo, también es común ver políticas que desplazan la rendición de cuentas del gobierno a la gobernanza como un aspecto clave de la desprofesionalización (Whitty, 2014), particularmente cuando dicha política impide que los profesionales decidan sobre su propia base de conocimientos.	Nuestro análisis muestra que no hay nadie discernible base de conocimiento o teoría que sustentan una pedagogía distintiva para la formación docente, sino un conjunto de posibilidades acerca de cómo una pedagogía característica de la formación docente podría ser comprendida	Brooks, C., McIntyre, J., & Mutton, T. (2023). Learning to think, perform and act with integrity: does teacher education have a signature pedagogy, and why does this matter?. *London Review of Education*, *21*(1).
2021 Español Libro	Transformación universitaria: retos y oportunidades	universidad; finalidad de la educación; cambio cultural; integración; desarrollo social;	Los Objetivos del Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas han reconocido el papel fundamental que poseen las instituciones de Educación Superior en el desarrollo socioeconómico, ambiental y tecnológico de la sociedad.	Como respuesta a esta invitación, comunidades universitarias de todo el mundo están trascendiendo sus antiguas funciones y avanzan hacia nuevos modelos de educación, investigación, innovación y cultura al servicio de las comunidades.	Se recogen las contribuciones más destacadas sobre responsabilidad social, internacionalización e inclusión universitaria presentadas en este encuentro científico.	Márquez Vázquez, C. (2021). Transformación universitaria: retos y oportunidades.
2022 Español Costa Rica	Análisis de las metodologías didácticas del profesorado novel universitario	didáctica; profesor; enseñanza superior; universidad; formación de profesores; formación inicial	Se estudian las metodologías didácticas del profesorado novel universitario.	Se realiza en el contexto educativo de 115 docentes de cuatro universidades de la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.	Entre los docentes noveles universitarios coexisten dos tipos de modelos educativos: El modelo tradicional o basado en la enseñanza, magistral y el otro Modelo basado en el aprendizaje	Núñez Méndez, M. (2022). Análisis de las metodologías didácticas del profesorado novel universitario.

ANEXO C — Anais do Congresso SELPER 2010–2022.

Fonte /critérios de pesquisa	**INDEX-KU-DISTRITAL**	**B.D ERIC: https://eric.ed.gov**	**Memorias SELPER https://selper.info/2012**	**Memorias SELPER https://selper.info/2014**	**Memorias SELPER https://selper.info/2016**	**Memorias SELPER https://selper.info/2018**	**TOTAL**
1. Enseñanza Aprendizaje de la imagen satelital - Aprendizagem	2 Revisados 0/ seleccionados	7 revisados 1/ seleccionados	1 Revisados 0/ seleccionados	9 Revisados 1/ seleccionados	10 Revisados 4/ seleccionados	49 Revisados 1/ seleccionados	78 Revisados 7 seleccionados
2. Educación en imagen satelital - Didáctica	2 Revisados 0/ seleccionados	Revisados /seleccionados No se encontró ninguno	Revisados /seleccionados No se encontró ninguno	8 Revisados 3/ seleccionados	10 Revisados 1/ seleccionados	Revisados / seleccionados No se encontró ninguno	20 Revisados 4/ seleccionados
3. Remote Sensing Education	115 Revisados 2/ seleccionados	143 Revisados 10/ seleccionados	0 Revisados 0/ seleccionados No se encontró ninguno	8 Revisados 0/ seleccionados	0 Revisados 0/ seleccionados	Revisados / seleccionados No se encontró ninguno	266 Revisados 12/ seleccionados
4. Remote Sensing Learning-Ensino-	15 Revisados 1/ seleccionados	46 Revisados 7/ seleccionados	0 Revisados 0/seleccionados No se encontró ninguno	9 Revisados 2/ seleccionados	0 Revisados 0/ seleccionado	49 Revisados 1/ seleccionado	119Revisados / 11 seleccionados
5. Geotecnologías en educación Superior	7 revisados 2/ seleccionados	2 Revisados 0/ seleccionados	0 Revisados 0/seleccionados No se encontró ninguno	0 Revisados 0/seleccionados No se encontró ninguno	0 Revisados 0/seleccionados No se encontró ninguno	0 Revisados 0/seleccionados No se encontró ninguno	9 Revisados 1/ seleccionados
TOTAL	141 Revisados 5/ seleccionados	198 Revisados 18/ seleccionados	1 Revisados 0/seleccionados	34 Revisados 6/ seleccionados	20 Revisados 5/ seleccionados	98 Revisados 2/ seleccionados	492 Revisados 36/ seleccionados

ANEXO D — Faculdades da Universidade Distrital, com programa, no ensino de Imagens de Satélite (IS).

UNIVERSIDAD DISTRITAL FACULTADE	PROJETO CURRICULAR	MATÉRIA ACADÊMICA ou ESPAÇO	MODALIDADE		REFERÊNCIAS CONCEITUAIS RELACIONADAS À IMAGEM DE SATÉLITE IDENTIFICADA NOS OBJETIVOS
FACULTAD DE INGENIERÍA	Ingeniería Catastral y Geodesia	Percepción Remota e Interpretación de Imágenes	Obligatoria	Básico	Sistemas de percepción remota, fundamentos de la percepción remota, características de los sensores remotos,
		SIG.	obligatoria	Básico	Relación espacial, información espacial.
		Procesamiento digital de imágenes	obligatoria	Básico	Procesamiento digital de imágenes de percepción remota, estructura de los datos de imágenes, funciones básicas de procesamiento de imágenes.
		Sistema Radar.	Electiva	Intrínseca	Procesamiento digital básico de las imágenes de Radar, sensores activos y pasivos.
	Ingeniería en Sistemas	Geomática I	Obligatoria	complementaria	Sistema de Información Geográfica, análisis espacial.
		Geomática II	Obligatoria	complementaria	Sistemas de Información Geográfica, manejo de los datos ubicados espacialmente, modelamiento en la WEB, Información Geográfica, Modelamiento y Análisis Espacial, Sistemas de Información Geográfica WEB.
FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	Ingeniería Topográfica	Percepción Remota	Obligatoria	Básico	Percepción Remota, programas de teledetección, datos de las imágenes digitales, Sistemas de Información Geográfica.
		SIG.	Obligatoria	Básico	Los SIGs, información geográfica
	Ingeniería Sanitaria	SIG.	Electiva	Intrínseca	Sistemas de información geográfica, teledetección espacial y percepción remota.
	Ingeniería Forestal	Percepción Remota e Interpretación de Imágenes	Obligatoria	Básico	Técnicas de Percepción Remota, procedimientos de formación de las imágenes, interpretación visual de las mismas, imágenes de radar e imágenes de satélite, interpretación de las diferentes imágenes de Percepción Remota.
		SIG	Obligatoria	Básico	Sistemas de información Geográfica, datos geográficos, modelamiento de Datos.

ANEXO E — Instrumento nº 2. Entrevista pessoal com professores de Engenharia Topográfica

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA - UNEB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE – PPGEDUC
LINHA DE PESQUISA IV - Educação, Currículo e Processos Tecnológicos

GEOTECNOLOGIAS NÃO ASSEGURADAS PELA ENGENHARIA TOPOGRÁFICA DA UNIVERSIDADE DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS: "UM ESTUDO DE CASO"

Instrumento n.º 2. Entrevista pessoal com professores de engenharia topográfica

PROFESSOR@.....

É importante ressaltar que **o nome do professor participante será tratado sob um pseudônimo.**

E em nenhuma circunstância isso será divulgado.

Data ……

INTRODUÇÃO.

Após definir e caracterizar o CDC como um conhecimento próprio do professor, passamos a investigar como esse conhecimento transcende seu significado para mostrar seu potencial em didáticas específicas no ensino de Geotecnologias por Imagens de Satélite - CI e sua articulação com os modelos didáticos do professor que são fundamentais nos processos de formação do mesmo.

PERGUNTAS DE ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADAS.

1. Pesquisador: Você pode nos contar sobre sua formação (graduação, pós-graduação, experiência de trabalho) e sua experiência como professor? Como entro na área de Geotecnologias **?**

Responder…

……

……

……

……

2 . **Pesquisador: Quais** foram suas maiores conquistas como professor ou as coisas mais relevantes nesta profissão?

Responder……

……

……

……

3 . **Pesquisador: Quais** foram suas maiores dificuldades como professor de engenharia?

Responder……

……

……

……

4 . **Pesquisador: Quais** foram seus maiores obstáculos como professor de engenharia?

Responder……

……

……

……

5. **Pesquisador:** O que você acha que deve ser levado em consideração para ser um professor de engenharia? e Engenharia Topográfica?

Responder……

……

……

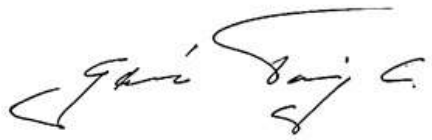
……

6. Pesquisador: Você acha que no ensino de Imagens de Satélite a inclusão do espaço físico, social, cultural e político deve ser levada em consideração? ..sim … Como você faz ou desenvolve isso?
Responder……

……

……

……



GERMAN TORRIJOS C.
Pesquisador.

ANEXO F — Instrumento nº 3. Entrevista pré-aula sobre Imagens de Satélite como Geotecnologia.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA - UNEB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE – PPGEDUC
LINHA DE PESQUISA IV - Educação, Currículo e Processos Tecnológicos

GEOTECNOLOGIAS NÃO ASSEGURADAS PELA ENGENHARIA TOPOGRÁFICA DA UNIVERSIDADE DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS: "UM ESTUDO DE CASO"

Instrumento n.º 3. Entrevista pré-aula sobre Imagens de Satélite, como Geotecnologia.

Data ……

INTRODUÇÃO.

Após definir e caracterizar o CDC como um conhecimento próprio do professor, passamos a investigar como esse conhecimento transcende seu significado para mostrar seu potencial em didáticas específicas no ensino de Geotecnologias por Imagens de Satélite - CI e sua articulação com os modelos didáticos do professor que são fundamentais nos processos de formação do mesmo.

É importante ressaltar que será mantida estrita confidencialidade em relação ao professor participante.

PERGUNTAS DA ENTREVISTA PRÉ-AULA.

1. Qual é o objetivo do desenvolvimento desta aula?

Responder .

……

……

……

2. O que você leva em consideração ao se preparar para esta aula?

Responder……

……

……

……

3. Quais atividades ou recursos você apresenta aos alunos para o desenvolvimento da sua aula e por que você acha que esses recursos contribuem para o aprendizado dos alunos?

Responder……

……

……

……

4. Como você avalia o aprendizado dos seus alunos?

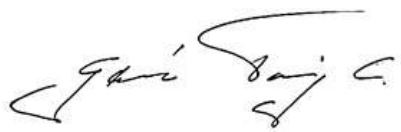
Responder……

……

……

……

Cordialmente,



GERMAN TORRIJOS C.
Pesquisador.

ANEXO G — Instrumento nº 4. CoRes (Representação de Conteúdo) ou ReCo.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA - UNEB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE – PPGEDUC
LINHA DE PESQUISA IV - Educação, Currículo e Processos Tecnológicos

GEOTECNOLOGIAS NÃO ASSEGURADAS PELA ENGENHARIA TOPOGRÁFICA DA UNIVERSIDADE DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS: "UM ESTUDO DE CASO "

Instrumento n.º 4. CoRes (Representação de Conteúdo) ou ReCo, [9]é uma ferramenta metodológica que dá ao professor a oportunidade de tomar decisões curriculares e instrucionais de forma reflexiva.

Data ……

É importante ressaltar que será mantida estrita confidencialidade em relação ao professor participante.

INTRODUÇÃO.

Com o objetivo de identificar os componentes do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) segundo o modelo Hexagonal de Park e Oliver (2008), em dois (2) professores universitários de Engenharia Topográfica da Universidade Distrital Francisco José de Caldas, foi utilizado o questionário escrito do ReCo Representações do Conteúdo no ensino de Geotecnologias - Imagem de Satélite.

[9]CoRe é a sigla para Content Representation, uma matriz para representar CDC estruturada por grandes ideias relacionadas a um tópico, com respostas a questões pedagógicas importantes, proposta por (Mulhall, Berry e Loughran 2004)

Questionário de Representação de Conteúdo ReCo, para o tema de sensoriamento remoto no ensino de imagens de satélite.

O ReCo corresponde a um questionário composto por 15 questões, cada uma delas associada aos componentes do CDC neste estudo.

CDC	Perguntar	Representação de Conteúdo ReCo
Orientação para o Ensino de SI **OEI**	**P1**	O que você espera que os alunos aprendam quando você ensina Imagens de Satélite?
	P2	Por que é importante que os alunos aprendam sobre imagens de satélite?
	P3	Qual é o seu conhecimento sobre Geotecnologias e Imagens de Satélite?
Conhecimento de avaliação de aprendizagem **CEVA**	**P4**	Como você poderia avaliar o nível de compreensão ou o nível de confusão dos alunos sobre a Imagem de Satélite?
	P5	Quais dimensões* você avalia no aprendizado de Imagens de Satélite?
Conhecimento de estratégias instrucionais para o ensino **CEIE**	**P6**	Qual é a sequência de ensino que você normalmente usa para ensinar imagens de satélite?
	P7	Que dificuldades ou limitações você encontra ao ensinar Imagem por Satélite?
Conhecimento da compreensão dos alunos **CCE**	**P8**	O que você sabe sobre as ideias anteriores do alunos sobre imagens de satélite?
	P9	Qual(is) é(são) o(s) principal (ais) erro(s) que os alunos cometem ao aprender Imagem de Satélite?
	P10	Quais dificuldades ou limitações os alunos têm no aprendizado de Imagens de Satélite?
	P11	Que necessidade (s) você vê nos alunos de aprender Imagem por Satélite?
Conhecimento do currículo **CPE**	**P12**	É necessário treinamento nessa área para ensinar Imagem por Satélite?
	P13	De acordo com o currículo, a formação de imagens de satélite é feita na horizontal ou na vertical?
Eficácia do professor	**P14**	Que métodos de ensino você usa para ensinar imagens de satélite?

EP	P15	Que elementos dinâmicos você usa para ensinar Imagens de Satélite?

***** Dimensão 1, *atitudes e percepções positivas sobre a aprendizagem ; Dimensão* 2, *aquisição e integração de conhecimento;* Dimensão 3, *ampliando e refinando o conhecimento.;* Dimensão 4, *usar o conhecimento de forma significativa; Dimensão* 5, *hábitos mentais produtivos* (McAnally -Salas e Armijo de Vega 2001) referenciado em McAnally -Salas, (2005, p.33).

Perguntar	Responder	Componente do CDC vinculado à resposta	Relações entre os componentes do CDC e a resposta
P1. O que você espera que os alunos aprendam quando você ensina Imagens de Satélite?		**OEI**	
P2 . Por que é importante que os alunos aprendam sobre imagens de satélite?		**OEI**	
P3. Qual é o seu conhecimento sobre Geotecnologias e Imagens de Satélite?		**OEI**	
P4. Como você poderia avaliar o nível de compreensão ou o nível de confusão dos alunos sobre a Imagem de Satélite?		**CEVA**	
P5. Quais dimensões***** você avalia no aprendizado de Imagens de Satélite?		**CEVA**	
P6. Qual é a sequência de ensino que você normalmente usa para ensinar imagens de satélite?		**CEIE**	
P7. Que dificuldades ou limitações você encontra ao ensinar Imagem por Satélite?		**CEIE**	
P8. O que você sabe sobre as ideias anteriores do estudantes sobre Imagem de Satélite ?		**CCE**	
P9. Qual(is) é(são) o(s) principal (ais) erro(s) que os alunos cometem ao aprender Imagem de Satélite?		**CCE**	
P10. Quais dificuldades ou limitações os alunos têm no aprendizado de Imagens de Satélite?		**CCE**	

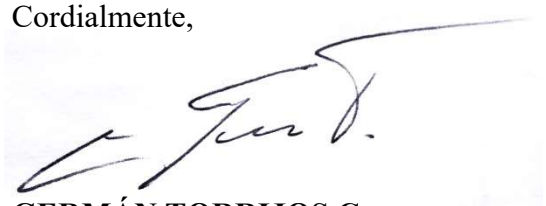
P11. Que necessidade (s) você vê nos alunos de aprender Imagem por Satélite?		**CCE**	
P12. É necessário treinamento nessa área para ensinar Imagem por Satélite?		**CPE**	
P13. De acordo com o currículo, a formação de imagens de satélite é feita na horizontal ou na vertical?		**CPE**	
P14. Que métodos de ensino você usa para ensinar imagens de satélite?		**EP**	
P 15. Quais elementos dinâmicos você usa para ensinar Imagem de Satélite?		**EP**	

Referências.

Português McAnally -Salas, L. (2005). Design educacional baseado nas dimensões da aprendizagem. *Abertura* , 31-43.

Loughran, J., Mulhall, P. e Berry, A. (2004). Em busca de conhecimento pedagógico de conteúdo em ciências: desenvolvendo formas de articular e documentar a prática profissional. *Revista de Pesquisa em Ensino de Ciências, 41* (4), 370–391.

Cordialmente,



GERMÁN TORRIJOS C.
Professor Pesquisador.