

**Integración Pedagógica de las TIC en la Enseñanza de las Matemáticas desde el Modelo
TPACK: Un Estudio con Docentes de Cuarto Grado en la Ied el Líbano (Santa Marta)**

Alfonso José Reales Orozco

Asesor

Doctor Luis Carlos Rojas Flórez

Doctor José Luis Sedan Cadena

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias de la Educación

Maestría en Educación

2026

Dedicatoria

Dedicado a mis padres, por su amor y enseñanzas que han sido la base de todo lo que soy. A mis hijos, por su alegría y por ser mi mayor inspiración. Y a mi esposa, por su apoyo incondicional y por estar siempre a mi lado, compartiendo cada paso de este camino. Gracias por ser mi fuerza y motivación diaria.

Agradecimientos

Quiero agradecer a Dios, por ser mi guía y fortaleza a lo largo de este proceso, iluminando mi camino y dándome la sabiduría y paciencia necesarias para lograr este objetivo. A mi familia, por su apoyo constante y por estar siempre a mi lado, brindándome aliento en cada paso. A mis hijos, por su paciencia y comprensión, siendo mi fuente de motivación. Y, especialmente, a mi esposa, por su amor incondicional, su apoyo constante y por motivarme a seguir adelante, creyendo en mí en todo momento. Sin su presencia y respaldo, este logro no habría sido posible.

Tabla de contenido

Fundamentos del estudio.....	13
Planteamiento del problema.....	16
Justificación	22
Pregunta de investigación	24
Objetivos.....	26
Objetivo General.....	26
Objetivos específicos	26
Delimitación del proyecto.....	26
Fundamentación teórica y conceptual.....	29
Antecedentes de investigación.....	29
Antecedentes internacionales.....	33
El Modelo TPACK en la Formación de Docentes de Matemáticas	34
Antecedentes regionales y nacionales en educación matemática con TIC	37
Antecedentes específicos del área de matemáticas.....	41
Impacto de los Recursos Digitales en la Comprensión de Conceptos Matemáticos y en la Motivación del Estudiantado	42
Experiencias Documentadas de Aplicación del Modelo TPACK en la Enseñanza de Matemáticas a Nivel Básica primaria.....	43

Dimensiones del Modelo TPACK en la Integración de TIC en Matemáticas	45
Marco teórico	49
El Modelo TPACK.....	49
Intersecciones del Modelo	53
Competencia digital docente y su relación con el modelo TPACK.....	63
Marco conceptual.....	66
Integración pedagógica de TIC.....	66
Apropiación pedagógica de TIC	67
Modelo TPACK (dimensiones).....	67
Estrategias didácticas con TIC.....	68
Procesos de aprendizaje en matemáticas.	68
Intencionalidad pedagógica	69
Alcances y Delimitaciones Conceptuales	70
Diseño Metodológico.....	71
Enfoque metodológico y tipo de investigación.....	71
Diseño de la Investigación	73
Fase 1. Diagnóstico inicial del contexto y de las prácticas docentes.....	73
Fase 2. Diseño de estrategias didácticas mediadas en TIC.....	74
Fase 3. Implementación de las estrategias pedagógicas mediadas por TIC	77
Fase 4. Observación sistemática de la práctica docente	79
Fase 5. Análisis, reflexión y orientaciones pedagógicas.....	82
Técnicas e instrumentos de recolección de información	84

Observación Sistemática No Participante.....	84
Entrevistas Semiestructuradas	86
Análisis Documental.....	87
Población y muestra.....	91
Procedimiento de análisis de datos	94
Consideraciones éticas	96
Análisis e Interpretación de los Resultados	98
Organización del análisis y criterios interpretativos	98
Caracterización del nivel de apropiación TPACK en las prácticas docentes.....	99
Conocimiento Tecnológico (TK): dominio y uso de herramientas.....	100
Conocimiento Pedagógico (PK): Decisiones Didácticas y Gestión de Aula.....	104
Conocimiento del Contenido (CK): Tratamiento del Contenido Matemático.....	108
Intersecciones TPK y TCK: Grado de Articulación	112
Percepciones, Barreras y Oportunidades de Integración TIC	118
Oportunidades y estrategias adaptativas.....	127
Articulación de las dimensiones del modelo TPACK en las estrategias didácticas implementadas	130
Configuraciones generales de articulación identificadas.....	131
Estrategias con Articulación Débil o Fragmentada	134
Estrategias con Articulación Coherente o Integrada.....	137
Niveles de Integración Identificados	139

Orientaciones Pedagógicas Contextualizadas para Fortalecer la Articulación TPACK en la Enseñanza de las Matemáticas.....		142
Fundamentación de las orientaciones		142
Orientación 1 – Fortalecimiento del TPK.....		143
Orientación 2 – Consolidación del TCK.....		146
Orientación 3 – Fortalecimiento institucional y formativo para la consolidación del modelo TPACK.....		149
Conclusiones e Implicaciones Pedagógicas.....		152
Respuesta a la pregunta de investigación.....		152
Conclusiones en Relación con los Objetivos Específicos.....		155
Conclusión Derivada del Objetivo Específico 1. Caracterización de las Dimensiones del Modelo TPACK (TK, PK, CK, TPK y TCK)		155
Conclusión Derivada del Objetivo Específico 2. Percepciones docentes y barreras que condicionan la apropiación pedagógica de las TIC		156
Conclusión Derivada del Objetivo Específico 3. Articulación de las dimensiones del modelo TPACK en las estrategias didácticas.....		157
Conclusión Derivada del Objetivo Específico 4. Orientaciones Pedagógicas contextualizadas.....		159
Implicaciones pedagógicas del estudio		160
Aportes teóricos y pedagógicos del estudio.....		161
Líneas de investigación futura		163
Referencias Bibliográficas		166

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Componentes del Modelo TPACK</i>	60
Tabla 2 <i>Relación entre técnicas del modelo TPACK</i>	87
Tabla 3 <i>Configuraciones articulación del modelo TPACK identificados</i>	133
Tabla 4 <i>Síntesis de niveles de integración del modelo TPACK</i>	141

Lista de Figuras

Figura 1 <i>El modelo TPACK en la educación</i>	62
Figura 2 <i>Fotografía de docentes en sesiones de acompañamiento.</i>	75
Figura 3 <i>Estudiantes de grado cuarto participando en la entrevista.</i>	91
Figura 4 <i>Esquema de la secuencia didáctica en las clases de matemáticas.</i>	107
Figura 5 <i>Ejemplo de la planificación docente.</i>	109
Figura 6 <i>Correcciones típicas de errores en el cuaderno de un estudiante.</i>	111
Figura 7 <i>Articulación entre las dimensiones del modelo TPACK.</i>	116
Figura 8 <i>Esquema de barreras que condicionan la apropiación pedagógica de las TIC ...</i>	125
Figura 9 <i>Representación de fracciones equivalentes proyectada durante la clase.</i>	135

Lista de apéndices

Apéndice 1. <i>Resultados del diagnóstico en el área de matemáticas para estudiantes de cuarto grado.</i>	175
Apéndice 2. <i>Encuesta realizada a docentes.</i>	175
Apéndice 3. <i>Guía de Observación Estructurada</i>	177
Apéndice 4. <i>Transcripciones de entrevistas con los docentes.</i>	180
Apéndice 5. <i>Encuesta a estudiantes sobre el uso de tecnología</i>	183

Resumen

Este trabajo de investigación tiene como objetivo analizar las estrategias pedagógicas empleadas por los docentes en el uso de herramientas tecnológicas dentro del aula, específicamente en la enseñanza de las matemáticas. Para ello, se emplea el modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge), que busca integrar los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y del contenido disciplinario en una enseñanza efectiva. A pesar de que las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), como GeoGebra y Desmos, son vistas como herramientas fundamentales para mejorar el aprendizaje, su integración en la práctica educativa sigue siendo limitada y desarticulada. A través de una metodología cualitativa que incluye observación directa y entrevistas con docentes, se identificó que aunque se utilizan estas herramientas tecnológicas, su aplicación no es coherente ni estratégica dentro del aula. Las TIC se emplean principalmente en actividades operativas y de refuerzo, sin promover una transformación significativa en las prácticas pedagógicas ni en el aprendizaje autónomo de los estudiantes. El estudio concluye que para lograr una integración efectiva de las TIC, es necesario un cambio en la concepción pedagógica, acompañado de una formación continua para los docentes y una planificación pedagógica estratégica, que combine los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y del contenido.

Palabras clave: Estrategias pedagógicas, TPACK, herramientas tecnológicas, TIC, GeoGebra, Desmos, enseñanza de las matemáticas.

Abstract

This research aims to analyze the pedagogical strategies implemented by teachers in the use of technological tools within the classroom, focusing on mathematics education. The study uses the TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) framework, which integrates technological, pedagogical, and content knowledge for effective teaching.

Although information and communication technologies (ICT), such as GeoGebra and Desmos, are seen as essential tools for improving learning, their integration into educational practice remains limited and fragmented. Through a qualitative methodology that includes direct observation and interviews with teachers, it was found that while these technological tools are used, their application is neither consistent nor strategic in the classroom. ICTs are mainly employed for operational tasks and reinforcement, without significantly transforming pedagogical practices or promoting autonomous learning among students. The study concludes that to achieve effective ICT integration, a shift in pedagogical thinking is necessary, accompanied by continuous teacher training and strategic pedagogical planning that integrates technological, pedagogical, and content knowledge.

Keywords: Pedagogical strategies, TPACK, technological tools, ICT, GeoGebra, Desmos, mathematics education.

Fundamentos del estudio

En las últimas décadas, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han adquirido un papel protagónico en los procesos educativos, no solo como herramientas de acceso a la información, sino también como mediadoras en la construcción de conocimiento. Diversos autores han señalado que las TIC permiten generar entornos de aprendizaje más activos, personalizados e inclusivos (UNESCO, 2016; Area, 2012; Cobo & Moravec, 2013), lo que representa una transformación pedagógica profunda. Su integración en las prácticas docentes no debe limitarse a su uso técnico, sino orientarse hacia un enfoque didáctico que promueva el pensamiento crítico y el desarrollo de competencias.

Particularmente, el área de matemáticas se ha beneficiado de esta evolución. El uso de recursos digitales como aplicaciones interactivas, simuladores y representaciones visuales facilita la comprensión de conceptos abstractos y promueve la resolución de problemas de forma dinámica. Como lo afirma Cruz (2014), las TIC permiten al estudiante interactuar activamente con contenidos matemáticos, experimentar con distintas variables y visualizar el desarrollo de los procedimientos, lo cual favorece un aprendizaje más autónomo, significativo y orientado a la solución de problemas. Por consiguiente, la enseñanza de las matemáticas en los niveles básicos de educación puede fortalecerse significativamente mediante la apropiación pedagógica de las TIC, siempre que esta se sustente en estrategias contextualizadas y metodológicamente pertinentes.

Sin embargo, en muchas instituciones educativas públicas, especialmente en contextos urbanos con condiciones limitadas, se observa una brecha entre la disponibilidad de tecnología y su uso efectivo en el aula. Aunque en algunos casos existe acceso a dispositivos e internet, su incorporación real en los procesos pedagógicos sigue siendo marginal. Esta situación no solo limita las oportunidades de aprendizaje de los estudiantes, sino que también

refleja la necesidad de fortalecer la competencia digital docente desde una visión crítica y transformadora.

En este contexto, la Institución Educativa Distrital El Líbano, ubicada en la ciudad de Santa Marta, constituye un caso representativo para profundizar en dicha problemática. A pesar de contar con algunos recursos tecnológicos, su aprovechamiento en el aula es limitado. La institución atiende a una población diversa y numerosa en básica primaria, y se ha evidenciado un bajo rendimiento en matemáticas en el grado cuarto, caracterizado por dificultades en la comprensión de conceptos fundamentales y una escasa motivación estudiantil. Además, los docentes enfrentan barreras formativas que dificultan la integración efectiva de las TIC en sus estrategias didácticas. Esta desconexión entre el potencial tecnológico y su aplicación pedagógica demanda una mirada investigativa que contemple tanto las particularidades del entorno como las dinámicas propias del proceso de enseñanza-aprendizaje.

La literatura especializada respalda ampliamente la importancia de incorporar las TIC en la educación matemática. Investigaciones como las de Quintero (2010) y Cruz (2014) han demostrado que los recursos digitales favorecen la atención del estudiante, facilitan la exploración de conceptos abstractos y estimulan el desarrollo del pensamiento lógico, siempre que se integren con una intencionalidad pedagógica clara. Sin embargo, diversos estudios también advierten que, en contextos donde los docentes no cuentan con formación específica ni acompañamiento institucional, el uso de estas herramientas tiende a ser limitado, fragmentado o de carácter instrumental (Montejano, Palomares & Navarro, 2018; Ruiz Mera, 2020). Así, se identifica un vacío concreto en el contexto de instituciones públicas como la IED El Líbano: la necesidad de comprender cómo los docentes pueden apropiarse de las TIC de manera crítica, situada y efectiva para transformar la enseñanza de las matemáticas.

Este estudio busca precisamente atender esa necesidad. Su propósito es analizar el impacto de la integración de las TIC, entendidas como tecnologías digitales aplicadas a la enseñanza, incluyendo simuladores matemáticos, recursos multimedia y entornos virtuales de aprendizaje, en las prácticas pedagógicas de los docentes de cuarto grado de la IED El Líbano, con el fin de fortalecer la enseñanza de las matemáticas. Para ello, se contempla el reconocimiento de los recursos disponibles, la evaluación de las estrategias actualmente implementadas y la identificación de oportunidades de mejora en la apropiación tecnológica por parte del profesorado.

El trabajo se organiza en cinco apartados que se desarrollan de forma progresiva, manteniendo coherencia y continuidad a lo largo de todo el proceso investigativo. En el primero se presentan los fundamentos del estudio: una introducción al tema, el planteamiento del problema, la justificación, la pregunta de investigación, los objetivos y la delimitación.

En el segundo se construye el sustento teórico y conceptual, integrando los antecedentes más relevantes junto con las teorías, modelos y categorías que orientan el enfoque del trabajo. Luego, en el tercero, se expone el diseño metodológico, donde se detalla el enfoque cualitativo, los métodos de recolección y análisis de la información, así como las características de la población, la muestra y los instrumentos utilizados.

Posteriormente, se desarrolla el análisis e interpretación de los resultados, organizados a partir de las categorías emergentes y en diálogo con el marco teórico. Finalmente, se presentan las conclusiones generales del estudio, acompañadas de recomendaciones de carácter pedagógico e institucional, además de algunas propuestas para futuras investigaciones.

Planteamiento del problema

En el contexto educativo contemporáneo, la incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se ha posicionado como una estrategia fundamental para enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje. Diversos organismos internacionales y expertos han señalado que las TIC no solo mejoran el acceso a la información, sino que también potencian la comprensión de conceptos complejos, favorecen la motivación del estudiante y permiten una mayor personalización del aprendizaje (UNESCO, 2010; Area, 2012; Coll & Monereo, 2010). No obstante, su apropiación efectiva en las aulas continúa siendo un desafío persistente, especialmente en asignaturas como las matemáticas, donde la abstracción y el pensamiento lógico requieren mediaciones didácticas innovadoras.

Las matemáticas, como disciplina que demanda el desarrollo del pensamiento abstracto, lógico y estructurado, se enfrentan al desafío de generar comprensiones significativas en estudiantes de educación básica, quienes frecuentemente perciben esta área como distante o poco aplicable a su realidad. En este contexto, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) emergen como mediadoras poderosas al ofrecer entornos interactivos que permiten visualizar, manipular y experimentar con conceptos matemáticos complejos. Diversos estudios han demostrado que herramientas como GeoGebra, Desmos o los applets educativos propician la visualización dinámica de funciones, transformaciones geométricas y relaciones algebraicas, facilitando así la comprensión conceptual a través de representaciones múltiples (Laborde, 2002; Drijvers et al., 2010). Además, estas tecnologías promueven el aprendizaje activo al permitir que los estudiantes experimenten con distintas variables, formulen conjeturas y verifiquen resultados en tiempo real, lo cual fomenta el razonamiento inductivo y deductivo (Artigue, 2010; Cobo & Moravec, 2013). De esta manera, la integración pedagógica de las TIC en matemáticas no

solo contribuye a la comprensión de contenidos abstractos, sino que potencia la motivación, la autonomía y el compromiso del estudiante con su propio proceso de aprendizaje (Hoyles & Lagrange, 2010; Cruz, 2014).

En Colombia, a pesar de los esfuerzos institucionales orientados a promover la integración de las TIC en las escuelas públicas, persiste una brecha significativa entre la disponibilidad tecnológica y su uso pedagógico. El Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2021) reconoce que muchos docentes aún no desarrollan competencias digitales avanzadas para incorporar las TIC en sus estrategias didácticas de forma crítica y contextualizada, lo que limita su impacto real en el aula. Por consiguiente, esta situación restringe el potencial transformador de las tecnologías, perpetuando metodologías tradicionales que resultan poco eficaces para atender las demandas educativas actuales. Esta realidad se torna más crítica en el área de matemáticas, tradicionalmente asociada a metodologías repetitivas y descontextualizadas que generan desinterés en el estudiantado (Quintero, 2010; Padilla Escorcía & Conde-Carmona, 2020).

Desde esta perspectiva, la situación anteriormente descrita se manifiesta en la Institución Educativa Distrital El Líbano, donde se ha reportado un bajo rendimiento en matemáticas entre los estudiantes de cuarto grado. Si bien se cuenta con algunos recursos tecnológicos básicos, su integración en las prácticas docentes es aún limitada y predominantemente instrumental, con escasa vinculación a los objetivos pedagógicos del área. Esta situación no permite establecer una relación causal directa entre el uso de TIC y el rendimiento académico, pero sí sugiere la necesidad de examinar cómo su incorporación — cuando está ausente o mal orientada— puede representar una oportunidad desaprovechada para innovar en la enseñanza. En este sentido, autores como Cabero (2006) y Cobo y Moravec (2013) señalan que la apropiación significativa de las TIC implica ir más allá del

dominio técnico, y exige una integración reflexiva, contextualizada y transformadora de estas herramientas en las estrategias didácticas.

Las causas de esta problemática son multifactoriales. En primer lugar, se encuentra la escasa formación docente en competencias tecnopedagógicas, que limita el diseño e implementación de estrategias innovadoras con TIC (Montejano et al., 2018; Ruiz Mera, 2020). En segundo lugar, factores como la sobrecarga laboral, la falta de acompañamiento institucional y las debilidades en la infraestructura tecnológica dificultan la planificación y ejecución de clases mediadas por recursos digitales (Mendoza & Riaño, 2021). Además, en muchos casos, la resistencia al cambio y la percepción de las TIC como elementos secundarios dentro del currículo refuerzan prácticas tradicionales centradas en la transmisión de contenidos (Area, 2012; Sánchez & García, 2016).

Como resultado, esta situación puede contribuir a generar consecuencias preocupantes en los procesos de aprendizaje, en conjunto con otros factores pedagógicos, institucionales y sociales. Diversos estudios han identificado que la ausencia de innovación didáctica puede incidir en la desmotivación del estudiantado, en un desarrollo limitado del pensamiento lógico-matemático y en menores niveles de comprensión conceptual (Cruz, 2014). Aunque no se trata del único determinante, la manera en que se estructura la enseñanza sí representa un componente relevante para el aprendizaje. En contraste, investigaciones han mostrado que una integración adecuada de las TIC, articulada con intenciones pedagógicas claras, puede tener efectos positivos en el rendimiento académico, en la actitud frente a las matemáticas y en la participación activa de los estudiantes en su propio proceso formativo (Chizwina & Mhakure, 2018).

Por lo tanto, más que la simple presencia de TIC en el aula, es su uso pedagógico planificado, contextualizado y reflexivo lo que puede marcar una diferencia significativa. En

este sentido, es fundamental comprender que la apropiación de las TIC implica desarrollar nuevas formas de enseñar y aprender, donde el docente se asuma como mediador activo y reflexivo, capaz de seleccionar y adaptar herramientas tecnológicas según las necesidades del contexto y los estilos de aprendizaje de sus estudiantes (UNESCO, 2016). De lo contrario, el potencial de estas tecnologías corre el riesgo de ser desaprovechado o utilizado de manera superficial, sin incidir de forma significativa en la mejora de los procesos educativos.

No se trata únicamente de incorporar dispositivos al aula, sino de diseñar ambientes de aprendizaje mediados por tecnología, que incluyan una planificación didáctica centrada en el estudiante, interacciones significativas con recursos digitales, y evaluaciones formativas apoyadas por herramientas tecnológicas. La apropiación de las TIC exige desarrollar nuevas formas de enseñar y aprender, donde el docente asuma el rol de mediador activo y reflexivo, capaz de seleccionar y adaptar herramientas tecnológicas según las necesidades del contexto y los estilos de aprendizaje de sus estudiantes (UNESCO, 2016; Hernández & Sanhueza, 2020).

Desde esta mirada crítica, la Institución Educativa Distrital El Líbano constituye un caso que amerita un análisis riguroso y contextualizado, dado que refleja de manera clara las tensiones existentes entre la disponibilidad tecnológica y su aprovechamiento pedagógico efectivo. A pesar de contar con recursos básicos como salas de informática y conexión a internet, estos no se articulan de forma sistemática a las estrategias de enseñanza, especialmente en áreas como matemáticas. Además, el bajo rendimiento académico en este campo, las limitaciones en la formación tecnopedagógica del profesorado, y la falta de acompañamiento institucional evidencian una situación que no es aislada, sino representativa de muchas instituciones públicas urbanas del país. Por estas razones, la IED El Líbano permite visibilizar las barreras estructurales y didácticas que obstaculizan la transformación

educativa mediada por TIC, convirtiéndose así en un escenario pertinente para investigar, reflexionar y proponer soluciones contextualizadas.

En la Institución Educativa Distrital El Líbano, esta situación se hace particularmente evidente en el grado cuarto de básica primaria, donde los resultados académicos y las observaciones pedagógicas permiten identificar dificultades persistentes en la comprensión de nociones matemáticas fundamentales, tales como las operaciones básicas (suma, resta, multiplicación y división), la resolución de problemas contextualizados y el uso del razonamiento lógico para la toma de decisiones. Estas limitaciones no solo afectan el desempeño académico inmediato, sino que también obstaculizan el desarrollo de competencias clave establecidas en los estándares curriculares nacionales (MEN, 2016).

Los docentes reportan que muchos estudiantes presentan una comprensión superficial de los procedimientos matemáticos, con tendencia a memorizar algoritmos sin comprender su estructura subyacente ni su aplicabilidad en contextos reales, lo cual ha sido identificado como una de las barreras principales para el aprendizaje significativo (Godino et al., 2011). Asimismo, se evidencia una baja motivación hacia la asignatura, manifestada en el escaso interés por participar en actividades, la apatía frente a los retos matemáticos y la evitación de tareas que implican esfuerzo cognitivo sostenido. Este fenómeno puede atribuirse, en parte, a la persistencia de enfoques pedagógicos tradicionales, centrados en la transmisión de contenidos y en la repetición mecánica de ejercicios, sin mediaciones que promuevan la exploración, la creatividad o la vinculación con el entorno del estudiante (Alsina, 2010; Rico, 2009).

Esta combinación de baja comprensión conceptual y desmotivación encuentra un punto crítico cuando las matemáticas se enseñan sin un anclaje claro en la realidad del estudiante. La literatura en educación matemática ha mostrado que las condiciones de

vulnerabilidad del contexto socioeducativo pueden afectar el aprendizaje de las matemáticas y que el uso de materiales o recursos didácticos manipulativos favorece la comprensión de conceptos matemáticos y el aprendizaje significativo (Rodríguez-Rodríguez et al., 2021; Hernández Domínguez et al., 2008). En este escenario, resulta fundamental analizar las prácticas docentes actuales y explorar cómo la integración pedagógica de las TIC puede contribuir a transformar la enseñanza, motivar a los estudiantes y cerrar las brechas de aprendizaje existentes.

No se trata únicamente de incorporar dispositivos tecnológicos en el aula, sino de diseñar ambientes de aprendizaje mediados por tecnología, donde la integración de las TIC responda a una planificación pedagógica intencionada y centrada en el estudiante. Esta visión implica concebir la tecnología no como un fin en sí mismo, sino como un medio para fomentar procesos educativos más dinámicos, inclusivos y significativos. Así, un entorno de aprendizaje con TIC debe articular al menos tres dimensiones fundamentales: (1) una planificación didáctica centrada en el estudiante, que reconozca sus intereses, ritmos y estilos de aprendizaje; (2) interacciones significativas mediadas por recursos digitales, que estimulen el diálogo, la experimentación y la construcción colaborativa del conocimiento; y (3) procesos de evaluación formativa apoyados por TIC, que permitan retroalimentación continua, seguimiento personalizado y toma de decisiones pedagógicas en tiempo real (Cabero & Llorente, 2015; Salinas, 2012). Esta perspectiva demanda que el docente se configure como un diseñador de experiencias de aprendizaje, capaz de seleccionar, adaptar y combinar herramientas digitales en función de los propósitos pedagógicos y del contexto sociocultural en el que se desenvuelven sus estudiantes.

A partir de estas consideraciones, la presente investigación se orienta a comprender cómo la integración de las TIC en las estrategias didácticas de los docentes de grado cuarto de la Institución Educativa Distrital El Líbano incide en los procesos de enseñanza y

aprendizaje de las matemáticas. Desde una perspectiva crítica y situada, se busca analizar las prácticas actuales, identificar las barreras que limitan una apropiación pedagógica efectiva de las tecnologías, y proponer recomendaciones contextualizadas que contribuyan al fortalecimiento de la competencia digital docente y a la mejora de los aprendizajes matemáticos. De esta manera, el estudio aspira a generar aportes relevantes para la construcción de una educación más equitativa, significativa e innovadora, alineada con los retos del siglo XXI.

Justificación

La educación básica primaria representa un momento clave en la vida de los estudiantes, ya que configura los cimientos sobre los cuales se desarrollan habilidades cognitivas, sociales, emocionales y éticas necesarias para su desenvolvimiento integral. En este nivel, las competencias matemáticas ocupan un lugar estratégico, no solo por su aplicación transversal en otras áreas del conocimiento, sino porque estimulan capacidades fundamentales como el pensamiento lógico, la resolución de problemas, el razonamiento crítico y la toma de decisiones informadas (Niss & Højgaard, 2019). En particular, el cuarto grado constituye una etapa decisiva en la consolidación de estas habilidades, y el rol del docente resulta determinante para guiar procesos de aprendizajes significativos y sostenibles en el tiempo.

No obstante, diversos estudios han evidenciado que una proporción significativa de estudiantes de primaria no logra alcanzar los aprendizajes esperados en matemáticas, especialmente en contextos de vulnerabilidad social y académica (Camargo & Sánchez, 2017). En el caso de la Institución Educativa Distrital El Líbano, un diagnóstico inicial (ver Apéndice 1) permitió identificar debilidades notables en los estudiantes de cuarto grado, entre ellas: dificultades para comprender operaciones básicas, bajo nivel de razonamiento lógico, escasa autonomía en la resolución de problemas y una marcada desmotivación hacia la

asignatura. Estas dificultades no solo reflejan una problemática pedagógica, sino también la necesidad de revisar críticamente las estrategias de enseñanza empleadas por los docentes y de explorar nuevas formas de mediación didáctica, acordes con las realidades del siglo XXI.

Frente a este escenario, la innovación educativa se presenta como una necesidad inaplazable. En el contexto actual, dicha innovación está estrechamente vinculada con la incorporación pedagógica de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), las cuales ofrecen oportunidades para transformar las prácticas de enseñanza. Sin embargo, no basta con disponer de dispositivos tecnológicos en el aula; se requiere una apropiación crítica, reflexiva y contextualizada de estos recursos por parte del docente. Innovar, en este sentido, implica repensar los enfoques pedagógicos, los roles tradicionales y las formas de interacción entre docentes, estudiantes y saberes, con el propósito de crear ambientes de aprendizaje más flexibles, inclusivos y significativos (Coll, 2013; Cabero & Llorente, 2015). En este contexto, el uso pedagógico de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se configura como una estrategia clave para revitalizar la enseñanza de las matemáticas, favoreciendo la visualización de conceptos abstractos, la exploración de nuevas formas de representación y el fomento del aprendizaje activo, colaborativo y autónomo (Artigue, 2010; Hoyles & Lagrange, 2010).

Este proceso de transformación exige repensar el papel del docente como dinamizador del aprendizaje. Más allá de su función como transmisor de información, el maestro debe asumirse como diseñador de experiencias de aprendizaje, mediador conocimiento y facilitador del pensamiento crítico. Esta función demanda el desarrollo de competencias pedagógicas, tecnológicas y didácticas integradas, tal como lo plantea el modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge), el cual enfatiza la necesidad de comprender las interacciones entre el contenido, la pedagogía y la tecnología en contextos reales (Mishra & Koehler, 2006). En el caso de la IED El Líbano, esta perspectiva demanda

ofrecer a los docentes de cuarto grado oportunidades de formación continua y acompañamiento profesional que les permitan apropiarse de las TIC desde un enfoque didáctico, con fundamento teórico y pertinencia contextual.

Así, esta investigación se justifica en su propósito de fortalecer la enseñanza de las matemáticas en cuarto grado de la Institución Educativa Distrital El Líbano, mediante el diseño e implementación de una estrategia didáctica innovadora, sustentada en el modelo TPACK . El eje de esta propuesta radica en la apropiación crítica, reflexiva y situada de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) por parte de los docentes de cuarto grado, reconociendo su papel como dinamizadores del aprendizaje y diseñadores de experiencias pedagógicas significativas. Esta apropiación no se limita al uso técnico de herramientas digitales, sino que implica la transformación de las prácticas de aula a través de la articulación consciente entre el conocimiento disciplinar, los enfoques pedagógicos y los recursos tecnológicos. En respuesta a las dificultades detectadas en los estudiantes tales como el bajo nivel de razonamiento lógico y la desmotivación hacia las matemáticas, el estudio propone una intervención concreta que permita a los docentes repensar su práctica, enriquecerla con nuevas mediaciones didácticas y favorecer la construcción de aprendizajes más activos, contextualizados y duraderos. El resultado esperado es la construcción y validación de una estrategia pedagógica específica, que responda a las necesidades reales del aula y contribuya a una educación matemática más pertinente, inclusiva y transformadora, orientada al desarrollo de competencias para la vida y la ciudadanía.

Pregunta de investigación

En este escenario, resulta fundamental comprender cómo los docentes integran las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en sus prácticas de aula desde una perspectiva pedagógica que articule el conocimiento disciplinar, didáctico y tecnológico. El modelo TPACK ofrece un marco conceptual idóneo para analizar dicha integración, al

considerar la interacción entre estos tres tipos de saber docente en contextos reales. En este sentido, la presente investigación se orienta a responder la siguiente pregunta:

¿Cómo se configura y articula la apropiación pedagógica de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), desde la perspectiva del modelo TPACK, en las estrategias didácticas implementadas por los docentes de cuarto grado de la IED El Líbano, y qué implicaciones pedagógicas se derivan para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas?

La pertinencia de esta pregunta radica en la necesidad de comprender no solo el nivel de uso de las TIC, sino la calidad de su integración pedagógica en relación con los conocimientos que configuran la práctica docente. Abordar esta problemática desde el modelo TPACK permitirá identificar con mayor precisión los factores que limitan o potencian una apropiación significativa de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas. En consecuencia, se plantean los siguientes objetivos que guían el desarrollo de este estudio.

Objetivos

Objetivo General

Analizar la integración pedagógica de las TIC en las estrategias didácticas de los docentes de cuarto grado de la IED El Líbano, desde la perspectiva del modelo TPACK, y su incidencia en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, con el fin de proponer orientaciones contextualizadas para su uso didáctico.

Objetivos específicos

- Caracterizar las dimensiones del modelo TPACK (TK, PK, CK, TPK y TCK) presentes en las prácticas de enseñanza de las matemáticas de los docentes de cuarto grado.
- Identificar las percepciones docentes, así como las barreras estructurales, formativas y curriculares que condicionan la apropiación pedagógica de las TIC en la enseñanza de las matemáticas.
- Analizar cómo se articulan las dimensiones del modelo TPACK en las estrategias didácticas implementadas, evidenciando los niveles de integración entre tecnología, pedagogía y contenido matemático.
- Derivar orientaciones pedagógicas contextualizadas, fundamentadas en el modelo TPACK, que fortalezcan la integración reflexiva de las TIC en la enseñanza de las matemáticas de cuarto grado en la IED El Líbano.

Delimitación del proyecto

La presente investigación se delimita con el propósito de garantizar su viabilidad, rigurosidad metodológica y pertinencia contextual, conforme a lo recomendado por Hernández Sampieri y Mendoza (2018), quienes señalan que una delimitación clara del

estudio —en términos de espacio, tiempo, población, temática y metodología— resulta fundamental para lograr una investigación coherente y válida.

En cuanto al plano espacial, el estudio se desarrollará en la Institución Educativa Distrital El Líbano, localizada en la zona urbana de Santa Marta, departamento del Magdalena, Colombia. Esta institución constituye un caso representativo de la realidad de muchas escuelas públicas del país, en las cuales la incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en las prácticas pedagógicas sigue siendo parcial, instrumental y desarticulada de los propósitos formativos, especialmente en áreas como las matemáticas.

La delimitación temporal corresponde al año lectivo 2024, periodo durante el cual se realizará la observación, el análisis y la recolección de información empírica relacionada con las prácticas docentes, los recursos tecnológicos disponibles y los procesos de enseñanza-aprendizaje en el área de matemáticas en el nivel de educación básica primaria.

Desde el punto de vista poblacional, la investigación se circunscribe a los docentes encargados de la enseñanza de matemáticas y a los estudiantes matriculados en cuarto grado durante el periodo mencionado. La selección de este nivel responde a su importancia formativa en el desarrollo de habilidades lógico-matemáticas fundamentales y a los resultados diagnósticos que evidencian dificultades persistentes en el rendimiento académico en dicha asignatura. No se incluyen docentes de otras áreas, grados distintos ni agentes educativos ajenos a este nivel.

En cuanto a la delimitación temática, el estudio se focaliza en la integración pedagógica de las TIC en la enseñanza de las matemáticas, entendidas como el conjunto de recursos digitales disponibles institucionalmente —computadores, software educativo, simuladores, plataformas virtuales y acceso a internet— y su apropiación didáctica por parte

del profesorado. Se excluyen de este análisis recursos tecnológicos externos no provistos por la institución, así como experiencias no vinculadas al área de matemáticas.

Metodológicamente, la investigación se enmarca en un enfoque cualitativo, orientado a la comprensión, interpretación crítica y transformación de la realidad educativa en su contexto natural; asimismo, el análisis de la apropiación de las TIC exige considerar las mediaciones institucionales, organizacionales y materiales que configuran las prácticas pedagógicas. (Cerrón Rojas, 2019; Ochoa-Urrego, 2026). Esta perspectiva permite comprender el fenómeno en su complejidad, identificar barreras y potencialidades, y proponer estrategias transformadoras basadas en el conocimiento pedagógico del contenido tecnológico (TPACK) (Mishra & Koehler, 2006).

Con base en lo anterior, la delimitación del proyecto responde a la necesidad de acotar el objeto de estudio a un contexto educativo específico, que permita generar hallazgos relevantes, contextualizados y útiles para la toma de decisiones pedagógicas e institucionales, en concordancia con los principios de la investigación educativa situada y con compromiso social.

Fundamentación teórica y conceptual

El Capítulo 2 se enfoca en la fundamentación teórica y los antecedentes relevantes que sustentan esta investigación sobre la integración pedagógica de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza de las matemáticas. A lo largo de este capítulo, se exploran estudios previos, marcos conceptuales y modelos teóricos clave, con especial énfasis en el modelo TPACK, que proporciona una comprensión integral de cómo la tecnología, la pedagogía y el contenido se interrelacionan para enriquecer los procesos educativos. Además, se abordan los desafíos y las barreras que los docentes enfrentan al integrar las TIC en sus prácticas pedagógicas, así como las oportunidades que estas herramientas ofrecen para transformar la enseñanza y el aprendizaje en matemáticas.

Antecedentes de investigación

La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la educación primaria, especialmente en la enseñanza de las matemáticas, ha sido objeto de diversas investigaciones que subrayan tanto los beneficios como las barreras que enfrentan los docentes al incorporar estas herramientas en sus prácticas pedagógicas. Investigaciones recientes como las de Toquica Muñoz (2023), Maldonado Espinoza (2022) y Arévalo-Duarte et al. (2019) han resaltado la importancia de utilizar las TIC para mejorar la comprensión matemática de los estudiantes, destacando cómo las herramientas como GeoGebra y Desmos favorecen la visualización de conceptos abstractos y la resolución de problemas. Sin embargo, a pesar de estos avances, la integración efectiva de las TIC sigue enfrentando desafíos significativos, particularmente en instituciones con recursos limitados.

Numerosos estudios han documentado los beneficios que las TIC pueden aportar al proceso de enseñanza-aprendizaje en matemáticas. Según Cruz (2014), el uso de recursos digitales como GeoGebra y Desmos no solo facilita la visualización de conceptos que

resultan abstractos y difíciles de asimilar, por ejemplo, transformaciones geométricas, comportamiento de funciones y relaciones algebraicas, sino que también permite la manipulación directa de variables y la experimentación con escenarios dinámicos. De igual manera, autores como Cobo y Moravec (2013) han resaltado que las TIC permiten crear entornos de aprendizaje más dinámicos e interactivos, en los cuales los estudiantes tienen la posibilidad de explorar los conceptos de forma autónoma, formulando conjeturas y verificando resultados en tiempo real, lo que fomenta el desarrollo del pensamiento lógico y la capacidad de razonamiento.

Ahora bien, a pesar de estas ventajas ampliamente reconocidas en la literatura y evidenciadas en diversos contextos experimentales, algunos investigadores han señalado que la implementación de las TIC en la enseñanza de las matemáticas a nivel escolar todavía enfrenta dificultades. Grisales-Aguirre (2018) advierte que la falta de formación docente especializada, intervenciones de corta duración y la discontinuidad institucional limitan el potencial impacto de estas tecnologías. Espinoza (2023) añade que existen barreras adicionales como la resistencia al cambio entre docentes, infraestructura deficiente y falta de alineación entre la tecnología disponible y los objetivos curriculares. Además, la revisión sistemática de Calero-Cerna et al. (2023) revela que en muchos casos las TIC siguen siendo usadas como herramientas complementarias bajo enfoques tradicionales, lo que reduce su capacidad de transformar realmente la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas.

En muchos contextos educativos, el uso de estas tecnologías sigue siendo limitado y fragmentado, especialmente en instituciones con recursos tecnológicos básicos. La incorporación de las TIC en las prácticas pedagógicas no siempre se alinea con los objetivos pedagógicos del área, y en muchos casos se reduce a un uso superficial y no reflexivo de las herramientas digitales (Montejano, Palomares & Navarro, 2018; Ruiz Mera, 2020). Esto

genera una desconexión entre el potencial de las tecnologías y su aplicabilidad efectiva en el aula.

A pesar del creciente interés por integrar las TIC en la enseñanza de las matemáticas, persisten vacíos significativos en la comprensión de cómo los docentes pueden apropiarse de estas herramientas de manera efectiva. Los estudios previos, como los realizados por Quintero (2010) y Cruz (2014), han resaltado que la falta de formación pedagógica y tecnológica en los docentes es uno de los principales obstáculos para una integración efectiva. En el caso específico de instituciones públicas como la Institución Educativa Distrital El Líbano, donde el acceso a tecnologías es limitado y el uso de TIC es mayoritariamente instrumental, la brecha en la formación docente se amplifica, contribuyendo a un aprovechamiento marginal de los recursos disponibles. Asimismo, los estudios de Cabero (2006) y Cobo y Moravec (2013) subrayan que el uso superficial de las TIC puede ser el resultado de un enfoque tecnocéntrico que prioriza el acceso a dispositivos sin considerar la necesidad de una planificación pedagógica que articule de manera coherente los objetivos curriculares con el uso de las tecnologías. Este vacío en la integración pedagógica crítica de las TIC justifica la necesidad de una investigación que examine cómo los docentes pueden transformar sus prácticas pedagógicas a través de la apropiación reflexiva y crítica de las tecnologías, con el fin de mejorar el aprendizaje de las matemáticas en el contexto específico de la IED El Líbano.

En este sentido, el modelo TPACK, desarrollado por Mishra y Koehler (2006), ofrece un marco conceptual útil para entender las interacciones entre el conocimiento tecnológico, pedagógico y del contenido en el proceso de enseñanza. La apropiación pedagógica de las TIC no debe entenderse como una mera integración de herramientas digitales, sino como una interacción dinámica entre estos tres tipos de conocimiento. El modelo subraya que el

docente requiere no solo dominar el contenido y la pedagogía, sino también reconocer cómo las tecnologías pueden potenciar la enseñanza de dichos contenidos y cómo su integración significativa puede enriquecer las estrategias didácticas.

En continuidad con esta idea, diversos estudios han abordado cómo las dimensiones del modelo TPACK interactúan en la práctica docente. Según el enfoque propuesto por Mishra y Koehler (2006), las intersecciones entre el conocimiento tecnológico y pedagógico (TPK), el conocimiento tecnológico y del contenido (TCK), y el conocimiento pedagógico y del contenido (PCK) son fundamentales para la creación de prácticas pedagógicas que aprovechen al máximo las TIC. Este modelo enfatiza que el verdadero impacto de las TIC en la enseñanza de las matemáticas no se logra simplemente con su incorporación en el aula, sino con la capacidad del docente de integrar estos conocimientos de manera reflexiva y crítica, ajustando las herramientas tecnológicas a las necesidades del contenido y las estrategias pedagógicas.

La revisión de los antecedentes sugiere que, aunque existen avances significativos en la integración de las TIC en la enseñanza de las matemáticas, aún persisten importantes brechas en su utilización pedagógica efectiva. Estos vacíos son particularmente evidentes en contextos educativos como el de la IED El Líbano, donde la falta de formación tecnopedagógica y la utilización instrumental de las TIC limitan el potencial transformador de estas herramientas. La incorporación crítica y reflexiva de las TIC, guiada por el modelo TPACK, se presenta como una estrategia clave para superar estos desafíos, proporcionando un marco para mejorar tanto la competencia digital de los docentes como el aprendizaje de las matemáticas en los estudiantes.

Antecedentes internacionales

La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los procesos educativos ha sido una prioridad a nivel global, reconocida por organismos internacionales como la UNESCO, la OCDE y el Banco Mundial. Estas organizaciones han subrayado el papel crucial que juegan las TIC en la mejora de la calidad educativa, promoviendo un aprendizaje más inclusivo, interactivo y accesible. La UNESCO (2016) resalta que la integración pedagógica de las TIC no solo depende del acceso a la tecnología, sino también de un enfoque estructurado que contemple la formación docente, el diseño de un currículo flexible y la creación de entornos de aprendizaje colaborativos. Del mismo modo, la OCDE (2015) señala que las TIC deben ser vistas como una herramienta para desarrollar competencias clave del siglo XXI, tales como el pensamiento crítico, la creatividad, la colaboración y la resolución de problemas complejos. En su informe, también se destaca que los docentes deben ser formados en el uso de tecnologías para enseñar contenido de manera efectiva, un principio clave del modelo TPACK.

Por su parte, el Banco Mundial (2018) ha enfatizado que, en contextos de vulnerabilidad social, especialmente en América Latina y África, la integración de las TIC es fundamental para superar las barreras de acceso a la educación. Sin embargo, este acceso no siempre se traduce en un uso pedagógico efectivo, y a menudo se ve limitado por la falta de capacitación docente adecuada. En este sentido, los informes de la OCDE (2023) también han señalado que, para que el uso de las TIC sea realmente transformador, es necesario que los docentes reciban formación continua que les permita integrar la tecnología de manera efectiva en sus prácticas pedagógicas.

Ahora bien, cuando dicha formación se articula con experiencias pedagógicas concretas, los resultados pueden ser significativos. En el ámbito de la enseñanza de las

matemáticas, diversos estudios internacionales han documentado experiencias exitosas de integración de TIC, particularmente en países de América Latina. En Brasil, el uso de GeoGebra en la enseñanza de matemáticas ha demostrado ser efectivo para mejorar la comprensión de conceptos algebraicos y geométricos. Según Castillo Medrano y Flores Salazar (2021) y Salcedo et al. (2021), el uso de GeoGebra favorece una comprensión más dinámica y visual de la geometría, al permitir la manipulación de figuras y fortalecer el aprendizaje de contenidos como el área y otras propiedades geométricas.

En México, particularmente en la región Orizaba-Córdoba del estado de Veracruz, se evidenció que el uso de plataformas y entornos educativos interactivos para la enseñanza de las matemáticas en primaria puede favorecer experiencias de aprendizaje más dinámicas y significativas, al incrementar la motivación, la participación y la comprensión de conceptos numéricos básicos en los estudiantes (González Tezoco et al., 2024). Asimismo, en Argentina, el portal Educ.ar ofrece materiales digitales para la enseñanza de las matemáticas, entre ellos propuestas interactivas, videos, juegos y simulaciones, orientados a apoyar formas más visuales y dinámicas de trabajo en el aula (Educ.ar, 2019, 2023). Estas experiencias subrayan la importancia de no solo tener acceso a las TIC, sino también de contar con formación docente que permita la integración efectiva de las herramientas tecnológicas dentro de las estrategias pedagógicas del aula. En este sentido, se hace evidente que la tecnología debe ser utilizada no solo como un recurso adicional, sino como una herramienta que transforme y enriquezca el proceso de enseñanza y de aprendizaje.

El Modelo TPACK en la Formación de Docentes de Matemáticas

El modelo TPACK se ha consolidado como un referente clave en investigaciones internacionales orientadas a la evaluación y formación de docentes en la integración pedagógica de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Este modelo se

centra en la intersección de tres áreas fundamentales: el conocimiento pedagógico (PK), el conocimiento del contenido (CK) y el conocimiento tecnológico (TK). Al articular estos tres dominios, el modelo permite identificar tanto las fortalezas como las debilidades de los docentes en la integración efectiva de las TIC en sus prácticas pedagógicas, ofreciendo un marco para diseñar intervenciones de formación más pertinentes.

En esta línea, Angeli y Valanides (2009) realizaron un estudio en Chipre que evidenció que, aunque los docentes de matemáticas de primaria poseían un sólido conocimiento del contenido y de las metodologías pedagógicas tradicionales, la integración de las TIC en su enseñanza era limitada debido a la falta de preparación en el área tecnológica (TK). Este hallazgo puso de manifiesto la necesidad de una formación docente que no se enfoque exclusivamente en el contenido o la pedagogía, sino que también fortalezca las competencias tecnológicas de los educadores para promover una integración más efectiva de las TIC.

Investigaciones posteriores han confirmado esta tendencia. Koehler et al. (2013), en Estados Unidos, observaron que la formación centrada en el modelo TPACK permitió a los docentes de matemáticas comprender mejor cómo integrar las TIC en su enseñanza, mejorando sus competencias tecnológicas y articulando de manera más coherente las herramientas digitales con los objetivos pedagógicos y el contenido matemático. De forma complementaria, Chai et al. (2013) en Singapur encontraron que, aunque muchos docentes estaban familiarizados con las herramientas tecnológicas, desconocían cómo utilizarlas pedagógicamente de manera efectiva. Tras recibir formación en TPACK, lograron integrarlas de forma significativa en sus clases, lo que resultó en un aprendizaje estudiantil más sólido. En conjunto, estos estudios refuerzan la importancia de un enfoque integral en la formación

docente que combine pedagogía, contenido y tecnología para maximizar el impacto de las TIC en el aula.

Además de estos estudios, investigaciones adicionales corroboran los beneficios del modelo TPACK en la formación de docentes de matemáticas. Según un estudio realizado por López et al. (2015) en España, los docentes que recibieron formación en TPACK no solo mejoraron sus habilidades tecnológicas, sino que también incrementaron su capacidad para aplicar las TIC de manera contextualizada en la enseñanza de matemáticas, lo que resultó en una mejora en la comprensión de los estudiantes.

Por otro lado, Zhang y Li (2017) llevaron a cabo una investigación en China, en la que los docentes de matemáticas que participaron en un programa de formación basado en TPACK mostraron una integración más efectiva de las TIC en sus lecciones, especialmente en el uso de plataformas interactivas y simuladores matemáticos. Este enfoque permitió a los estudiantes interactuar más activamente con los conceptos matemáticos y mejorar sus habilidades de resolución de problemas.

Por su parte, Vong et al. (2016), en un estudio realizado en Hong Kong, confirmaron que el enfoque TPACK no solo mejora la competencia digital de los docentes, sino que también fomenta una enseñanza más dinámica y centrada en el estudiante, incrementando la motivación y participación de los estudiantes en el aprendizaje de las matemáticas. Este estudio destacó que la capacitación en TPACK permitió a los docentes diversificar sus metodologías y adoptar enfoques más interactivos, lo que facilitó una comprensión más profunda de los contenidos matemáticos.

Un estudio adicional realizado por Martin et al. (2018) en el Reino Unido también respalda la importancia del modelo TPACK en la formación docente, destacando que los

docentes que integraron las TIC de manera reflexiva y coherente con los objetivos pedagógicos, siguiendo el marco del TPACK, observaron mejoras significativas en la participación estudiantil y en el rendimiento académico en matemáticas.

Finalmente, el trabajo de García y Pérez (2020), en Colombia, mostró que la formación en TPACK permitió a los docentes desarrollar una comprensión más holística sobre la interacción entre tecnología, pedagogía y contenido. Este estudio enfatiza la importancia de una preparación continua en el uso pedagógico de las TIC, señalando que los docentes capacitados en TPACK no solo dominan las herramientas tecnológicas, sino que también son capaces de adaptarlas a sus necesidades y contextos específicos, mejorando así los resultados de aprendizaje de los estudiantes.

En conjunto, estos estudios refuerzan la necesidad de una formación docente integral en la que el modelo TPACK sea central. La combinación de pedagogía, contenido y tecnología no solo mejora la calidad de la enseñanza, sino que también proporciona a los docentes las herramientas necesarias para abordar de manera efectiva los retos educativos del siglo XXI, especialmente en el ámbito de las matemáticas.

Antecedentes regionales y nacionales en educación matemática con TIC

En Colombia, al igual que en otros países de América Latina, los estudios sobre la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la educación, específicamente en el ámbito de las escuelas públicas urbanas, han revelado una serie de dificultades similares a las observadas a nivel regional. En Bogotá, el estudio de Ruiz y Sánchez (2018) documentó cómo, a pesar de que las TIC son utilizadas en muchas escuelas, estas herramientas se emplean de manera marginal y no siempre se alinean con los objetivos pedagógicos del aula. Los docentes, aunque tienen acceso a tecnologías como computadoras y plataformas digitales, no siempre cuentan con las competencias necesarias para integrar

eficazmente estas herramientas en sus prácticas de enseñanza de matemáticas. Esta situación limita el impacto de las TIC en el aprendizaje de los estudiantes. De manera similar, en la región Caribe de Colombia, un estudio realizado por Martínez y García (2020) en Barranquilla y otras ciudades costeras reveló que, aunque las tecnologías están disponibles en muchas escuelas urbanas, los docentes no han recibido la formación adecuada para integrarlas de manera pedagógicamente significativa. Este contexto refleja la situación de muchas otras instituciones educativas en zonas urbanas del país, incluidas las escuelas con características similares a la Institución Educativa Distrital El Líbano (IED El Líbano), donde los recursos tecnológicos no se aprovechan plenamente debido a la falta de capacitación docente.

Para abordar estas limitaciones, las políticas educativas nacionales han implementado programas como las Competencias TIC para el Desarrollo Profesional Docente, lanzadas por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) en 2013. Esta iniciativa tiene como objetivo fortalecer las habilidades tecnopedagógicas de los maestros, promoviendo la integración de las TIC no solo como herramientas técnicas, sino como medios para mejorar la calidad pedagógica en todos los niveles educativos, incluida la educación primaria. Sin embargo, el informe MEN TIC en la Educación: La Ruta de la Transformación Educativa (MEN, 2021) destaca que, a pesar de los esfuerzos realizados, la implementación de estas políticas sigue siendo limitada, especialmente en contextos como la IED El Líbano. En este sentido, la Competencia TIC ha buscado formar a los docentes en el uso pedagógico de las tecnologías, pero estudios como el de Rodríguez y Pérez (2017) señalan que muchos docentes aún carecen de las habilidades necesarias para integrar efectivamente la tecnología en su enseñanza, particularmente en áreas como las matemáticas.

La brecha entre la política educativa y la práctica docente ha llevado a que la formación en competencias tecnopedagógicas, como las que propone el modelo TPACK, se convierta en un eje central de interés en investigaciones recientes. En Duitama, Boyacá, Cayachoa-Amaya et al. (2020) desarrollaron una experiencia de formación docente basada en el modelo TPACK con profesores de educación básica primaria. El estudio concluyó que la formación permanente en TIC favorece la integración de recursos digitales en las prácticas escolares, siempre que dicha formación articule de manera activa la tecnología, la pedagogía y los contenidos curriculares. En la región Caribe, un análisis realizado por Ramírez y Gómez (2020) reveló que, aunque los docentes tenían conocimientos básicos sobre herramientas tecnológicas, no sabían cómo utilizarlas de manera crítica y pedagógica para mejorar el aprendizaje de los estudiantes. Estos hallazgos resaltan la necesidad de una formación docente más integral que aborde las tres dimensiones del modelo TPACK: conocimiento tecnológico (TK), conocimiento pedagógico (PK) y conocimiento del contenido (CK).

En cuanto a la integración de las TIC en la enseñanza de las matemáticas en Colombia, varios estudios han documentado el impacto positivo de estas tecnologías en la comprensión de conceptos matemáticos. Por ejemplo, un estudio en Barranquilla sobre la enseñanza de geometría elemental con herramientas como Desmos y Khan Academy mostró que los recursos digitales ayudaron a los estudiantes a comprender mejor las propiedades geométricas mediante representaciones visuales interactivas. A nivel internacional, investigaciones como la de Castillo Medrano & Flores Salazar (2021) en Brasil, que utilizó GeoGebra para enseñar fracciones y operaciones básicas, demostró que los estudiantes mejoraron su comprensión de las fracciones al interactuar visualmente con ellas. De manera similar, Cruz (2014) en Colombia encontró que el uso de GeoGebra aumentó significativamente la comprensión de los estudiantes en álgebra y fracciones, al permitirles

visualizar de manera dinámica y manipular las fracciones, lo que también incrementó la motivación de los estudiantes.

El modelo TPACK ha sido aplicado en varios estudios tanto en Colombia como a nivel internacional para evaluar la integración de las TIC en la enseñanza de las matemáticas. En su estudio realizado en Chipre, Angeli y Valanides (2009) encontraron que, a pesar de que los docentes tenían un buen dominio del contenido matemático y de las estrategias pedagógicas tradicionales, la integración de la tecnología fue limitada debido a la falta de preparación específica en el uso pedagógico de las TIC. Sin embargo, cuando los docentes recibieron formación específica en el modelo TPACK, la calidad de las lecciones mejoró, y los estudiantes mostraron un mejor desempeño en la resolución de problemas matemáticos. En Colombia, el estudio de Gómez y Ramírez (2020) también aplicó el modelo TPACK en Barranquilla, donde la integración de este modelo permitió a los docentes utilizar las TIC de manera más efectiva, mejorando tanto su conocimiento del contenido como sus prácticas pedagógicas. Los estudiantes mostraron una mayor comprensión de los conceptos matemáticos, y los docentes reportaron una mayor confianza en el uso de las herramientas tecnológicas.

Al comparar los hallazgos nacionales con los internacionales, se observa que los desafíos enfrentados en Colombia son similares a los de otros países de América Latina. La falta de formación docente adecuada en competencias tecnopedagógicas sigue siendo uno de los mayores obstáculos para una integración efectiva de las TIC en las aulas. Aunque las políticas del MEN, como las Competencias TIC, han avanzado en la dirección correcta, su implementación efectiva sigue siendo limitada en muchos contextos, como la IED El Líbano y en otras escuelas públicas urbanas, especialmente en la región Caribe. A nivel nacional, los estudios sobre competencias tecnopedagógicas en Colombia son limitados, y aunque algunos

investigadores como Cayachoa, A., Álvarez, W., & Botia, M. (2020) y Ramírez y Gómez (2020) han comenzado a abordar la aplicación del modelo TPACK, aún no se observan intervenciones sistemáticas y explícitas basadas en este modelo en la mayoría de las políticas educativas o programas de formación docente. Esto presenta una oportunidad para futuras investigaciones y programas de formación que integren de manera más coherente las competencias tecnopedagógicas en el diseño de intervenciones docentes en matemáticas.

Antecedentes específicos del área de matemáticas

La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza de las matemáticas ha sido un tema de creciente interés en los estudios nacionales e internacionales, especialmente en contenidos fundamentales para los estudiantes de cuarto grado, como números, operaciones básicas, fracciones, geometría elemental y medición. A nivel internacional, diversos estudios han documentado cómo las TIC pueden facilitar la comprensión de conceptos matemáticos, transformar las prácticas docentes y mejorar la motivación de los estudiantes.

En Brasil, por ejemplo, un estudio desarrollado por Castillo Medrano y Flores Salazar (2021) en el que se utilizó GeoGebra para enseñar operaciones básicas y fracciones en escuelas primarias, demostró que los estudiantes tuvieron una mejor comprensión de la representación visual de fracciones, algo que tradicionalmente es un tema complejo para este nivel educativo. El estudio evidenció que el uso de GeoGebra permitió a los estudiantes interactuar visualmente con las fracciones, facilitando su comprensión a través de la manipulación directa de las representaciones gráficas, lo que les permitió ver cómo las fracciones se suman, restan y se representan en una recta numérica.

De manera similar, en Colombia, Gómez y Ramírez (2020) realizaron un estudio en la región Caribe enfocado en la enseñanza de geometría elemental con herramientas como

Desmos y Khan Academy. Este estudio mostró que los recursos digitales permitieron a los estudiantes comprender mejor las propiedades geométricas, como el área y el perímetro de figuras básicas, mediante representaciones visuales interactivas. Los resultados indicaron una mejora en la comprensión de conceptos clave de geometría, especialmente en los estudiantes de cuarto grado que, de otra forma, mostraban dificultades para visualizar figuras en 2D y sus relaciones espaciales.

A nivel internacional, diversos estudios también han analizado el impacto de las TIC en la enseñanza de la medición. En México, un estudio de Gómez (2017) documentó la utilización de aplicaciones móviles para enseñar a los estudiantes de cuarto grado conceptos de medición, como el cálculo de longitudes y áreas, mediante ejercicios interactivos y actividades prácticas. Los resultados del estudio mostraron un aumento en la precisión de las respuestas de los estudiantes y un mayor interés en la asignatura, lo que destaca cómo el uso de las TIC puede hacer que los conceptos abstractos de medición sean más accesibles.

Impacto de los Recursos Digitales en la Comprensión de Conceptos Matemáticos y en la Motivación del Estudiantado

Diversas investigaciones han evaluado el impacto de los recursos digitales en la comprensión de conceptos matemáticos y en la motivación de los estudiantes. Un estudio destacado realizado por Cruz (2014) sobre el uso de GeoGebra en la enseñanza de álgebra y fracciones en Colombia, mostró que la visualización dinámica de las fracciones y la manipulación interactiva de las mismas aumentaron significativamente la comprensión de los estudiantes. El estudio también reportó un aumento en la motivación de los estudiantes, quienes mostraron mayor interés en aprender cuando pudieron interactuar con las matemáticas a través de un medio visual y práctico.

En Argentina, particularmente en dos escuelas primarias de Rosario, Santa Fe, Bitti Echeveste et al. (2019) encontraron que la incorporación de las TIC en las estrategias didácticas favorecía un mayor interés de los estudiantes y facilitaba la comprensión de los contenidos; entre los recursos utilizados se mencionaron herramientas aplicables al trabajo matemático, como GeoGebra y Matematicán. Los recursos digitales proporcionaron un espacio para que los estudiantes experimentaran con las matemáticas de forma autónoma y personalizada, lo que promovió una mayor disposición hacia la asignatura.

Experiencias Documentadas de Aplicación del Modelo TPACK en la Enseñanza de Matemáticas a Nivel Básica primaria.

El modelo TPACK ha sido utilizado en diversas investigaciones para evaluar la integración pedagógica de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza de las matemáticas, especialmente en el contexto de la educación básica primaria. Estos estudios han demostrado cómo las dimensiones del modelo TPACK—tecnología, pedagogía y contenido—se interrelacionan de manera que la tecnología no solo sirve como herramienta, sino como un medio para enriquecer la enseñanza y promover una comprensión más profunda de los conceptos matemáticos. La combinación de un sólido conocimiento pedagógico y contenido matemático, junto con una integración efectiva de las TIC, puede transformar significativamente las prácticas de enseñanza, mejorando el aprendizaje de los estudiantes.

Un estudio realizado por Angeli y Valanides (2009) en Chipre utilizó el modelo TPACK para evaluar la integración de GeoGebra en la enseñanza de fracciones y geometría en educación básica primaria. Los resultados mostraron que, aunque los docentes tenían un buen dominio del contenido matemático y las estrategias pedagógicas tradicionales, la integración de las TIC era limitada debido a la falta de capacitación específica en el uso

pedagógico de las tecnologías. Sin embargo, cuando los docentes recibieron formación en el modelo TPACK, la calidad de sus lecciones mejoró notablemente, y los estudiantes mostraron un mejor desempeño en la resolución de problemas matemáticos. Este estudio subraya la importancia de formar a los docentes no solo en el uso técnico de las TIC, sino también en su integración pedagógica para que sean herramientas eficaces en el aula.

En el contexto colombiano, Gómez y Ramírez (2020) realizaron un estudio en Barranquilla, aplicando el modelo TPACK en el uso de plataformas interactivas para la enseñanza de geometría y fracciones en educación básica primaria. Los resultados mostraron que la integración de las TIC permitió a los docentes adaptar sus métodos de enseñanza a las necesidades de los estudiantes, utilizando la tecnología para mejorar tanto el conocimiento del contenido como las prácticas pedagógicas. Los estudiantes mostraron una mayor comprensión de los conceptos matemáticos y, al mismo tiempo, los docentes reportaron mayor confianza en el uso de las herramientas tecnológicas. Este estudio resalta cómo la integración de las TIC, guiada por el modelo TPACK, puede transformar las prácticas de enseñanza de las matemáticas en primaria, especialmente cuando los docentes son capacitados para integrar eficazmente la tecnología con su conocimiento pedagógico y del contenido.

Además de estos estudios internacionales, en Colombia también se han documentado experiencias sobre la integración del modelo TPACK en la enseñanza de las matemáticas en el nivel de educación básica primaria. Arévalo-Duarte, García y Sánchez (2019) evaluaron las competencias tecnopedagógicas de los docentes de matemáticas en primaria, concluyendo que aunque los docentes tenían habilidades básicas en el uso de TIC, la falta de formación específica en la integración pedagógica de las tecnologías limitaba su impacto en el aprendizaje de los estudiantes. Esto refuerza la necesidad de diseñar programas de formación

docente que no solo capaciten en el uso de herramientas digitales, sino que también fortalezcan las competencias tecnopedagógicas, permitiendo a los docentes integrar las TIC de manera reflexiva y efectiva en sus clases de matemáticas.

Estos estudios demuestran que, en el contexto de la educación básica primaria, la integración efectiva de las TIC en la enseñanza de las matemáticas depende de una formación integral de los docentes en el modelo TPACK. La combinación de conocimiento pedagógico, del contenido y tecnológico, permite a los docentes transformar su práctica y, por ende, mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. La capacitación docente continua en este modelo es clave para asegurar que las TIC sean utilizadas de manera significativa, mejorando la enseñanza y el aprendizaje en las aulas de primaria.

Dimensiones del Modelo TPACK en la Integración de TIC en Matemáticas

El modelo TPACK se presenta como un marco esencial para comprender la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza de las matemáticas. Este modelo se fundamenta en la intersección de tres áreas clave: el conocimiento pedagógico (PK), el conocimiento del contenido (CK) y el conocimiento tecnológico (TK). Su objetivo es permitir que los docentes utilicen las TIC de manera efectiva al articular estos tres dominios de conocimiento. A lo largo de los estudios revisados, se observa que algunas dimensiones del TPACK predominaron en las investigaciones, mientras que otras son menos exploradas, especialmente en contextos de recursos limitados.

En los estudios analizados, el Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK) y el Conocimiento Pedagógico Tecnológico (TPK) son las dimensiones que más frecuentemente aparecen. Estas dimensiones han demostrado ser esenciales para la integración efectiva de las TIC en la enseñanza de las matemáticas. El TCK es clave porque refleja cómo los docentes utilizan herramientas tecnológicas para representar conceptos matemáticos complejos de

manera visual y dinámica. Por ejemplo, GeoGebra, una herramienta utilizada ampliamente en la enseñanza de álgebra y geometría, facilita la visualización de conceptos abstractos como fracciones o transformaciones geométricas. Los estudios de Castillo Medrano & Flores Salazar (2021) y Cruz (2014) corroboran que el uso de GeoGebra permite a los estudiantes interactuar con las fracciones y otros conceptos matemáticos, lo que mejora su comprensión conceptual y hace que los aprendizajes sean más accesibles.

Por otro lado, el Conocimiento Pedagógico Tecnológico (TPK) se refiere a la capacidad de los docentes para integrar las TIC de manera efectiva en sus estrategias pedagógicas. Un ejemplo claro es el uso de plataformas como Khan Academy, que permiten a los estudiantes trabajar a su propio ritmo mientras los docentes proporcionan retroalimentación personalizada en tiempo real. Según el estudio de Gómez y Ramírez (2020), esta integración de la tecnología no solo mejora el rendimiento académico, sino que también favorece la participación activa de los estudiantes, promoviendo un aprendizaje más autónomo y comprometido.

Aunque las dimensiones TCK y TPK predominan en la mayoría de los estudios, es importante destacar que el TPACK completo, es decir, la integración reflexiva de los tres conocimientos (tecnológico, pedagógico y del contenido), sigue siendo menos explorado, especialmente en contextos con recursos limitados como los de la IED El Líbano. En muchos de los estudios revisados, los docentes eran capaces de utilizar las TIC de forma técnica, pero la conexión entre el contenido matemático, las metodologías pedagógicas y las herramientas tecnológicas no siempre se realiza de manera fluida y reflexiva. La falta de formación específica y de una visión integral para abordar la enseñanza con TIC es una de las principales barreras para una integración efectiva en las matemáticas.

Los estudios revisados también reportan mejoras sustanciales en varias áreas clave: aprendizaje, motivación y prácticas docentes. En términos de aprendizaje, los estudios coinciden en que la integración de las TIC mejora la comprensión conceptual de los estudiantes, facilitando la resolución de problemas matemáticos. Por ejemplo, en Barranquilla, el uso de Desmos permitió a los estudiantes visualizar y manipular conceptos geométricos, como el área y el perímetro, lo que facilitó una comprensión más profunda y significativa de estos temas. Asimismo, Cruz (2014) encontró que el uso de GeoGebra para la enseñanza de álgebra y fracciones ayudó a los estudiantes a visualizar dinámicamente las fracciones y sus transformaciones, mejorando tanto su comprensión como su motivación.

En cuanto a motivación, los estudios reportan que el uso de TIC, al ofrecer a los estudiantes herramientas interactivas, incrementa su disposición hacia las matemáticas. Por ejemplo, el uso de Khan Academy no solo permitió que los estudiantes trabajaran de manera autónoma, sino que también aumentó su interés en la asignatura. Bitti Echeveste et al. (2019) observaron que el aprendizaje autónomo facilitado por plataformas tecnológicas motivó a los estudiantes a participar más activamente en las actividades matemáticas, lo que refleja un impacto positivo en la motivación hacia el aprendizaje de las matemáticas.

Las prácticas docentes también se han visto mejoradas, ya que los docentes, al integrar las TIC, han innovado sus métodos pedagógicos. Esto ha implicado un cambio hacia estrategias más centradas en el estudiante, como el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje colaborativo, que facilitan una mayor interacción con el contenido y con los compañeros. En el estudio de Gómez y Ramírez (2020), se destacó que la integración de las TIC permitió a los docentes adoptar enfoques más dinámicos y colaborativos, lo que resultó en una mayor interacción entre estudiantes y un aprendizaje más personalizado. Este tipo de prácticas innovadoras está transformando la manera en que se enseñan las matemáticas, permitiendo una enseñanza más inclusiva y adaptable a las necesidades de los estudiantes.

Sin embargo, es importante señalar ciertos vacíos en la investigación. Aunque los estudios han identificado avances en la integración de las TIC en la enseñanza de las matemáticas, estos a menudo se han centrado en contextos con recursos tecnológicos más robustos o en instituciones privadas, lo que limita la aplicabilidad de los hallazgos a escuelas públicas urbanas con recursos limitados, como la IED El Líbano. En muchos de los estudios revisados, como los de Cayachoa, A., Álvarez, W., & Botia, M. (2020) y Gómez y Ramírez (2020), se observó que los docentes carecían de formación adecuada para integrar de manera efectiva las TIC en sus prácticas pedagógicas, lo que refleja una brecha significativa entre las políticas educativas y la realidad en el aula. Este vacío en la literatura resalta la necesidad de investigaciones centradas en contextos vulnerables y con menos recursos, lo que justifica la relevancia de este estudio en la IED El Líbano.

Otro vacío importante es la falta de estudios que exploren la integración completa del modelo TPACK en la enseñanza de las matemáticas en escuelas públicas urbanas. Muchos estudios se han centrado en una o dos dimensiones del TPACK, como TCK o TPK, pero la integración holística de los tres conocimientos sigue siendo un área poco explorada, especialmente en contextos con limitaciones tecnológicas. Este aspecto es crucial, ya que la integración reflexiva de tecnología, pedagogía y contenido tiene el potencial de transformar las prácticas pedagógicas de manera significativa.

En síntesis, los estudios revisados destacan avances en la integración de las TIC en la enseñanza de las matemáticas, especialmente en lo que respecta a la mejora del aprendizaje, la motivación y las prácticas docentes. Sin embargo, los vacíos en la investigación, especialmente en contextos como el de la IED El Líbano, subrayan la necesidad de investigar más a fondo cómo los docentes pueden integrar efectivamente el modelo TPACK en sus prácticas pedagógicas en entornos urbanos públicos con recursos limitados. Esto hace que esta investigación sea relevante, ya que busca llenar estos vacíos y proponer soluciones más

contextualizadas para mejorar la enseñanza de las matemáticas en condiciones de vulnerabilidad.

Marco teórico

El marco teórico de esta investigación se presenta los conceptos y modelos clave para comprender la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza de las matemáticas. Se presenta el modelo TPACK, que aborda la intersección entre tecnología, pedagogía y contenido, como el marco fundamental para analizar cómo los docentes pueden integrar eficazmente las TIC en sus prácticas pedagógicas.

El Modelo TPACK

El modelo TPACK fue propuesto por Mishra y Koehler (2006) con el objetivo de proporcionar una comprensión más profunda de cómo los docentes pueden integrar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) de manera efectiva en el proceso educativo. Este modelo parte de la premisa de que, para usar la tecnología de manera significativa, los docentes deben combinar tres tipos de conocimiento esenciales: el conocimiento tecnológico (TK), el conocimiento pedagógico (PK) y el conocimiento del contenido (CK). La interacción entre estas dimensiones es clave para que las TIC se conviertan en una herramienta educativa poderosa, especialmente en la enseñanza de matemáticas.

Componentes del Modelo

Los componentes del modelo TPACK son fundamentales para comprender cómo los docentes pueden integrar de manera efectiva las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en su práctica pedagógica. Este modelo se basa en la interacción de tres dimensiones clave: el conocimiento del contenido (CK), el conocimiento pedagógico (PK) y el conocimiento tecnológico (TK). Cada uno de estos componentes juega un papel crucial en

el proceso de enseñanza, y su integración adecuada permite a los docentes utilizar las TIC no solo como herramientas, sino como elementos estratégicos para mejorar la enseñanza y el aprendizaje. A continuación, se detallan los componentes individuales del modelo TPACK, explorando cómo cada uno contribuye a la creación de un entorno educativo más dinámico y efectivo.

Conocimiento del Contenido (CK)

El conocimiento del contenido (CK) es uno de los componentes fundamentales del modelo TPACK, y se refiere al dominio profundo que el docente tiene sobre los temas que enseña. En el contexto de la enseñanza de las matemáticas, este conocimiento abarca la comprensión de conceptos matemáticos clave, como aritmética, álgebra, geometría, cálculo y estadísticas, entre otros. Para que el docente pueda enseñar de manera efectiva, debe poseer una comprensión sólida de estos conceptos, lo que le permitirá no solo transmitir el conocimiento de manera clara, sino también identificar los posibles errores comunes de los estudiantes y anticipar las dificultades que puedan surgir durante el proceso de aprendizaje (Mishra & Koehler, 2006).

El CK no se limita simplemente a memorizar hechos o fórmulas, sino que implica la capacidad de entender cómo los conceptos están interrelacionados y cómo se pueden aplicar en diversos contextos. En matemáticas, por ejemplo, un docente con un fuerte conocimiento del contenido será capaz de vincular de manera coherente los principios algebraicos con las aplicaciones prácticas, como el uso de ecuaciones para resolver problemas del mundo real. Además, el conocimiento del contenido incluye la capacidad de presentar diferentes enfoques para enseñar un concepto, considerando las diversas formas en que los estudiantes pueden abordar y comprender la materia (Mishra & Koehler, 2006).

En el contexto de la integración de las TIC, el CK permite que el docente utilice las herramientas tecnológicas de manera adecuada para representar visualmente los conceptos, facilitando su comprensión. Por ejemplo, el uso de plataformas interactivas como GeoGebra o Desmos para enseñar geometría o álgebra permite a los estudiantes ver representaciones visuales de las matemáticas, lo que refuerza su comprensión y facilita el aprendizaje de conceptos abstractos.

Conocimiento Pedagógico (PK)

El conocimiento pedagógico (PK), en el marco del modelo TPACK, se refiere al dominio de las estrategias y enfoques metodológicos que el docente emplea para facilitar el aprendizaje de los estudiantes. Este componente abarca diversas técnicas didácticas, tales como la planificación de lecciones, la gestión del aula, las estrategias de evaluación y la aplicación de métodos de enseñanza que favorezcan un aprendizaje significativo (Mishra & Koehler, 2006). En la enseñanza de las matemáticas, el conocimiento pedagógico implica el uso no solo de métodos tradicionales como la explicación directa y la resolución de problemas en grupo, sino también enfoques innovadores como el aprendizaje basado en proyectos o el aprendizaje cooperativo, que han demostrado ser efectivos para desarrollar competencias cognitivas en los estudiantes (Artigue, 2010).

En la investigación, el PK se asocia estrechamente con el uso de las TIC como herramientas pedagógicas para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Los docentes con un sólido conocimiento pedagógico no solo dominan el contenido que enseñan, sino que también saben cómo integrar la tecnología de manera efectiva para enriquecer la experiencia educativa. Por ejemplo, en matemáticas, un docente con un buen conocimiento pedagógico podría utilizar plataformas como Khan Academy o aplicaciones como GeoGebra para ofrecer recursos interactivos que permitan a los estudiantes explorar conceptos matemáticos de manera autónoma, promoviendo un aprendizaje más activo y participativo (Mishra &

Koehler, 2006). Esta combinación facilita la comprensión y fomenta la autonomía, aspectos esenciales en contextos educativos con recursos limitados, como el de la IED El Líbano, donde la motivación estudiantil y la disponibilidad de recursos son desafíos constantes (Gómez & Ramírez, 2020).

La integración del PK con las TIC es crucial para el éxito de cualquier intervención educativa, ya que permite que los docentes adapten las herramientas tecnológicas a sus necesidades pedagógicas, logrando un aprendizaje más dinámico y eficiente. En este sentido, la investigación resalta la importancia de que los docentes no solo dominen el uso de las tecnologías, sino que también estén capacitados para emplearlas de manera reflexiva y alineada con los objetivos pedagógicos, así como con las características del contenido matemático que imparten (Cabero & Llorente, 2015). Como enfatizan Mishra y Koehler (2006), la verdadera integración pedagógica de las TIC no se limita a la incorporación de herramientas, sino que debe implicar una transformación de las prácticas docentes, en las que la tecnología se convierte en un medio para promover un aprendizaje más significativo y personalizado.

Conocimiento Tecnológico (TK)

El conocimiento tecnológico (TK), en el marco del modelo TPACK, se refiere a la habilidad del docente para usar herramientas tecnológicas de manera efectiva en el aula. Este componente abarca no solo el dominio de dispositivos como computadoras y tabletas, sino también el uso de software educativo, plataformas digitales y aplicaciones que facilitan la enseñanza (Mishra & Koehler, 2006). El conocimiento tecnológico implica la capacidad de seleccionar y utilizar las herramientas más adecuadas para apoyar el proceso de aprendizaje, así como adaptarlas a las necesidades del contenido y las características del grupo de estudiantes, favoreciendo la creación de entornos de aprendizaje dinámicos y colaborativos (Cabero & Llorente, 2015).

En el contexto de la investigación, el TK juega un papel esencial, ya que la integración exitosa de las TIC en la enseñanza depende en gran medida de la competencia tecnológica del docente. Aunque el simple acceso a la tecnología es importante, lo que realmente marca la diferencia es cómo los docentes utilizan estas herramientas para facilitar la comprensión de los conceptos. Por ejemplo, en matemáticas, el uso de aplicaciones como Desmos para enseñar álgebra permite a los estudiantes visualizar en tiempo real las gráficas de ecuaciones, lo que les ayuda a entender mejor los efectos de los valores sobre las soluciones (Mishra & Koehler, 2006). Sin embargo, la integración de estas herramientas no es automática: los docentes deben tener el conocimiento necesario para usar el software de manera pedagógica y eficaz, lo que requiere formación continua y una actualización constante de sus competencias tecnológicas (Chai et al., 2013).

La investigación destaca que, en contextos como el de la IED El Líbano, donde los recursos tecnológicos son limitados, es crucial que los docentes no solo conozcan las herramientas tecnológicas disponibles, sino que también reciban capacitación específica en su uso pedagógico. Esto les permitirá superar las barreras que imponen los recursos limitados y aprovechar al máximo el potencial de las TIC para enriquecer el aprendizaje de los estudiantes. En este sentido, el TK es esencial para que los docentes puedan integrar las TIC de manera reflexiva y eficaz, adaptándolas a las necesidades de sus prácticas pedagógicas y a los objetivos de aprendizaje del contenido matemático, contribuyendo a la creación de un aprendizaje más significativo (Koehler et al., 2013).

Intersecciones del Modelo

Las intersecciones del modelo TPACK son fundamentales para comprender cómo los docentes pueden integrar de manera efectiva las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en su enseñanza. Estas intersecciones reflejan la interacción entre las tres dimensiones clave del modelo: conocimiento pedagógico (PK), conocimiento del

contenido (CK) y conocimiento tecnológico (TK). Cada intersección permite que los docentes combinen de manera reflexiva estos conocimientos para mejorar su práctica pedagógica y el aprendizaje de los estudiantes (Mishra & Koehler, 2006). De esta forma, el modelo no solo enfatiza la importancia de dominar estas tres áreas de conocimiento de forma aislada, sino que también subraya cómo su integración adecuada puede transformar la enseñanza, especialmente en disciplinas complejas como las matemáticas.

A continuación, se exploran las principales intersecciones del modelo, destacando cómo la integración de estas dimensiones puede optimizar la enseñanza. La intersección más relevante en la enseñanza de las matemáticas es el Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK), que refleja cómo los docentes combinan su conocimiento del contenido y sus estrategias pedagógicas para hacer más accesibles los conceptos a los estudiantes (Shulman, 1987). En el contexto de las TIC, la integración de esta intersección implica el uso de herramientas tecnológicas para representar conceptos abstractos de manera visual y manipulativa, lo cual facilita la comprensión de temas como álgebra, geometría y cálculo (Mishra & Koehler, 2006).

Otra intersección crítica es el Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK), que destaca cómo la tecnología puede ayudar a enseñar el contenido de manera más eficaz. Por ejemplo, el uso de GeoGebra o Desmos en la enseñanza de álgebra permite a los estudiantes visualizar gráficos de ecuaciones, lo que facilita la comprensión de la relación entre variables (Artigue, 2010). Esta integración permite que el contenido matemático sea representado de manera más accesible y dinámica, lo cual favorece un aprendizaje más profundo y significativo.

El Conocimiento Pedagógico Tecnológico (TPK), por su parte, se refiere a cómo los docentes integran las TIC en sus prácticas pedagógicas para mejorar el proceso de enseñanza

y aprendizaje (Koehler et al., 2013). En este contexto, las TIC deben ser seleccionadas y utilizadas de manera estratégica para apoyar los métodos pedagógicos, favoreciendo el aprendizaje activo y autónomo de los estudiantes. La integración reflexiva de estas intersecciones genera un entorno de aprendizaje más flexible, colaborativo y centrado en el estudiante, donde la tecnología no solo facilita el acceso a la información, sino que también mejora la interacción y el compromiso de los estudiantes con el contenido.

Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK)

El conocimiento pedagógico del contenido (PCK), según Shulman (1987), se refiere a la intersección entre el conocimiento pedagógico (PK) y el conocimiento del contenido (CK), lo que permite a los docentes enseñar un tema específico de manera efectiva utilizando estrategias pedagógicas adecuadas. En otras palabras, PCK es la habilidad de los docentes para aplicar su conocimiento sobre el contenido y las estrategias pedagógicas de forma que favorezcan la comprensión del estudiante. Esta dimensión es particularmente relevante en disciplinas como las matemáticas, donde no solo se requiere un dominio profundo del contenido, sino también la capacidad de adaptar las metodologías pedagógicas para que los estudiantes comprendan y se apropien de conceptos abstractos.

En la investigación sobre la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza de las matemáticas, el PCK desempeña un papel crucial. Los docentes deben ser capaces de seleccionar y utilizar las TIC de manera que no solo faciliten el acceso a la información, sino que también promuevan una comprensión más profunda del contenido matemático. En este sentido, el PCK se conecta con el modelo TPACK al integrar la tecnología de manera reflexiva con el conocimiento pedagógico y del contenido, permitiendo a los docentes mejorar su práctica pedagógica. Por ejemplo, el uso de herramientas tecnológicas como GeoGebra o Desmos en la enseñanza de geometría o álgebra

puede ayudar a visualizar conceptos complejos, facilitando su comprensión a través de representaciones dinámicas y manipulativas.

En la investigación realizada por Gómez y Ramírez (2020), se observa que el PCK de los docentes en la región Caribe de Colombia, al integrar TIC en la enseñanza de matemáticas, permitió mejorar la comprensión de los estudiantes en temas como fracciones y geometría, al facilitar la visualización de los conceptos. Este enfoque mostró cómo la correcta integración de las TIC en las estrategias pedagógicas puede generar una mayor interacción y comprensión del contenido por parte de los estudiantes, especialmente en contextos con recursos limitados.

Por lo tanto, el PCK es esencial para que los docentes no solo usen las TIC, sino que las utilicen de forma estratégica y reflexiva para facilitar el aprendizaje del contenido matemático. La capacidad de integrar las TIC de manera pedagógica y coherente con el conocimiento del contenido mejora la enseñanza y aumenta las oportunidades de aprendizaje para los estudiantes (Mishra & Koehler, 2006).

Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK)

El conocimiento tecnológico del contenido (TCK) es crucial para que los docentes puedan integrar de manera efectiva las herramientas tecnológicas con los contenidos específicos que enseñan, facilitando así la comprensión de conceptos complejos. Esta intersección entre el conocimiento tecnológico (TK) y el conocimiento del contenido (CK) permite que los docentes utilicen la tecnología de manera estratégica, no solo para presentar información, sino para enriquecer la enseñanza y la comprensión de conceptos clave, particularmente en áreas como las matemáticas. Al integrar herramientas tecnológicas, los docentes pueden ofrecer representaciones visuales y manipulativas de conceptos matemáticos, lo que facilita su comprensión por parte de los estudiantes.

En el contexto de la investigación, el TCK se destaca por la necesidad de que los docentes comprendan cómo aplicar las herramientas tecnológicas de manera que favorezcan el aprendizaje de conceptos específicos. Un ejemplo claro de esta integración es el uso de GeoGebra o Desmos para enseñar geometría o álgebra, lo que permite a los estudiantes visualizar y manipular ecuaciones y figuras geométricas, facilitando su comprensión de las relaciones y propiedades matemáticas. El uso de GeoGebra para la enseñanza de la geometría favorece una interacción más dinámica con las figuras y sus propiedades, al facilitar la visualización, la manipulación y la comprensión de conceptos que suelen enseñarse de forma abstracta; en este sentido, se ha reportado su utilidad para trabajar la medida del área y, asimismo, para abordar la medición de ángulos, lados, área y perímetro en contextos escolares (Castillo Medrano & Flores Salazar, 2021; Salcedo et al., 2021).

En el estudio realizado por Gómez y Ramírez (2020), en Barranquilla, se observó cómo la integración de plataformas tecnológicas permitió a los docentes aplicar el TCK para enseñar matemáticas de manera más eficaz. Los docentes adaptaron las herramientas tecnológicas a los contenidos específicos que estaban enseñando, lo que permitió mejorar la comprensión de los estudiantes. Este estudio demuestra que la integración del TCK no solo favorece la enseñanza, sino que también optimiza el aprendizaje al vincular la tecnología con el contenido matemático de manera efectiva.

Por lo tanto, el TCK es fundamental para que los docentes no solo usen la tecnología, sino que la integren de manera reflexiva y estratégica con el contenido, lo que mejora la experiencia de aprendizaje. Esta capacidad de integrar las tres dimensiones del modelo TPACK, adaptando las herramientas tecnológicas al contenido específico, es crucial para una enseñanza efectiva de las matemáticas (Mishra & Koehler, 2006).

Conocimiento Pedagógico Tecnológico (TPK)

El conocimiento pedagógico tecnológico (TPK) se refiere a la capacidad del docente para integrar las herramientas tecnológicas de manera efectiva con sus estrategias pedagógicas. Este componente destaca la importancia de que los docentes no solo dominen el uso de las TIC, sino que también comprendan cómo aplicar estas herramientas de forma pedagógica para facilitar el aprendizaje de los estudiantes. El TPK involucra un entendimiento profundo de cómo las tecnologías pueden ser utilizadas para reforzar las metodologías educativas y mejorar la interacción con el contenido, adaptando las herramientas digitales de acuerdo con las necesidades de los estudiantes y los objetivos pedagógicos.

En el contexto de esta investigación, el TPK juega un papel sobresaliente, especialmente cuando se busca optimizar la enseñanza de las matemáticas mediante el uso de las TIC. Los docentes con un sólido TPK son capaces de seleccionar y aplicar herramientas tecnológicas que no solo sirvan como apoyo en la enseñanza, sino que también potencien los métodos pedagógicos empleados en el aula. Por ejemplo, plataformas como Khan Academy permiten a los estudiantes trabajar de manera autónoma y a su propio ritmo, mientras que los docentes pueden hacer uso de la retroalimentación inmediata para personalizar la enseñanza, favoreciendo un aprendizaje más interactivo y centrado en el estudiante.

La investigación de Cayachoa, A., Álvarez, W., & Botia, M. (2020) resalta cómo el TPK ha sido fundamental en la integración de las TIC en la enseñanza de las matemáticas en diversos contextos, ya que permite a los docentes ajustar su enseñanza según las herramientas tecnológicas disponibles y las necesidades pedagógicas del grupo. Los docentes que dominan el TPK saben utilizar las TIC no solo como medios para impartir contenidos, sino como instrumentos que facilitan el aprendizaje activo y colaborativo. Esto es particularmente relevante en contextos como el de la IED El Líbano, donde los recursos limitados requieren

que los docentes hagan un uso más reflexivo y eficiente de las TIC para lograr un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes.

El TPK es, por lo tanto, esencial para que los docentes puedan aprovechar las TIC de manera estratégica y adaptada a sus objetivos pedagógicos, creando un ambiente de aprendizaje más dinámico, personalizado y eficaz. La capacidad de integrar tecnología con pedagogía no solo mejora la enseñanza, sino que también optimiza el aprendizaje de los estudiantes, permitiendo que estos interactúen con el contenido de manera más significativa (Mishra & Koehler, 2006).

Las intersecciones del modelo TPACK ofrecen un marco integral para la integración de las TIC en la enseñanza, permitiendo a los docentes combinar de manera efectiva los tres componentes fundamentales: el conocimiento pedagógico, el conocimiento del contenido y el conocimiento tecnológico. Cada una de estas intersecciones, como el PCK, TCK y TPK, destaca la importancia de adaptar las herramientas tecnológicas a las necesidades pedagógicas y del contenido específico, lo que mejora la comprensión y el aprendizaje de los estudiantes. Al integrar estas dimensiones, los docentes no solo optimizan su práctica pedagógica, sino que también favorecen un aprendizaje activo y autónomo, particularmente en contextos educativos con recursos limitados. Este enfoque reflexivo y adaptativo, que combina las tres áreas del conocimiento, es esencial para transformar la enseñanza y garantizar que las TIC se utilicen de manera significativa y eficaz. De esta manera, se contribuye a la creación de una educación más dinámica, inclusiva y accesible, en la que las herramientas tecnológicas se convierten en un vehículo para mejorar la calidad educativa (Mishra & Koehler, 2006).

A continuación, se presenta un cuadro que resume los componentes fundamentales del modelo TPACK, destacando las intersecciones clave entre el conocimiento pedagógico, el

conocimiento del contenido y el conocimiento tecnológico. Esta tabla tiene como objetivo ilustrar cómo cada dimensión del modelo contribuye a la integración efectiva de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza de las matemáticas, facilitando la creación de un entorno de aprendizaje más dinámico y coherente. A través de estos componentes, se puede visualizar cómo los docentes pueden adaptar sus prácticas pedagógicas para mejorar la comprensión y el aprendizaje de los estudiantes al utilizar tecnologías adecuadas en el aula.

Tabla 1.

Componentes del Modelo TPACK

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO APLICADO
Conocimiento del Contenido (CK)	Comprensión profunda del contenido específico que se enseña, incluyendo tanto conceptos como procesos y sus relaciones	Al enseñar ecuaciones cuadráticas, el docente no solo debe saber cómo resolverlas, sino también entender cómo se relacionan con otros temas matemáticos
Conocimiento Pedagógico (PK)	Dominio de estrategias y métodos didácticos que favorecen el aprendizaje, incluyendo enfoques educativos y técnicas de evaluación.	Un docente utiliza métodos como aprendizaje colaborativo para enseñar un tema de manera participativa.
Conocimiento Tecnológico (TK)	Competencia en el uso de herramientas tecnológicas y su integración en el proceso	Un docente usa plataformas como Moodle o aplicaciones de realidad

	educativo para facilitar el aprendizaje.	aumentada para facilitar el aprendizaje de ciencias.
Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK)	Integración del conocimiento pedagógico y el contenido para diseñar estrategias que favorezcan la comprensión del contenido.	Un docente usa manipulativos digitales para enseñar fracciones, facilitando la visualización y comprensión.

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO APLICADO
Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK)	Integración de la tecnología con el contenido para mejorar la enseñanza de conceptos específicos mediante herramientas tecnológicas.	Uso de simuladores en línea como PhET para enseñar principios de física y química.
Conocimiento Pedagógico Tecnológico (TPK)	Integración de la tecnología con estrategias pedagógicas para promover un aprendizaje activo y autónomo.	Un docente utiliza Duolingo para enseñar un idioma, adaptando la tecnología a un enfoque constructivista.

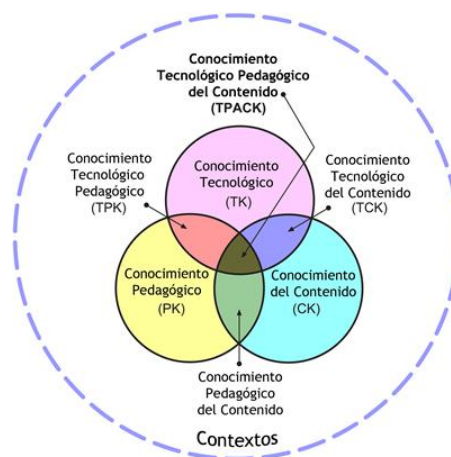
Fuente: Adaptado de "Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge", de P. Mishra y M. J. Koehler, 2006, Teachers College Record, 108(6), 1017-1054.

A continuación, se presenta una representación visual del modelo TPACK, que ilustra las intersecciones clave entre los tres componentes fundamentales: el conocimiento pedagógico (PK), el conocimiento del contenido (CK) y el conocimiento tecnológico (TK). Esta imagen

proporciona una comprensión clara de cómo estos conocimientos se combinan para crear un enfoque integral en la enseñanza, permitiendo que los docentes utilicen las TIC de manera efectiva y reflexiva para enriquecer el proceso de aprendizaje.

Figura 1.

El modelo TPACK en la educación



El modelo TPACK proporciona un marco esencial para la integración efectiva de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza, al enfatizar la interrelación entre el conocimiento pedagógico, del contenido y tecnológico. Esta interacción permite a los docentes no solo adaptar sus prácticas a las necesidades contemporáneas de aprendizaje, sino también transformar su enfoque pedagógico, promoviendo una enseñanza más dinámica y contextualizada. La adecuada integración de las TIC, bajo este modelo, potencia la comprensión de conceptos complejos y facilita la creación de entornos de aprendizaje activos y colaborativos. De esta manera, el TPACK no solo impacta la forma en que los educadores imparten conocimientos, sino que también contribuye al desarrollo de competencias críticas en los estudiantes, mejorando su capacidad para resolver problemas y aplicar conocimientos en contextos reales.

Competencia digital docente y su relación con el modelo TPACK

La competencia digital docente se define como la capacidad de los educadores para utilizar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) de manera crítica, creativa y pedagógica, tanto en la enseñanza como en la evaluación y el aprendizaje (Ferrari, 2013). Esta competencia no se limita al dominio técnico de las herramientas digitales, sino que abarca la habilidad de integrarlas de manera reflexiva y coherente con los objetivos pedagógicos y los contenidos a enseñar (Redecker, 2017). En el caso de la enseñanza de las matemáticas en primaria, especialmente en cuarto grado, la competencia digital docente es crucial para facilitar la comprensión de conceptos abstractos y fomentar un aprendizaje interactivo y autónomo mediante el uso de las TIC, como herramientas que promuevan la visualización y la experimentación (Mishra & Koehler, 2006). El desarrollo de esta competencia puede analizarse a través del modelo TPACK, en el que el conocimiento tecnológico (TK), que implica el dominio de las herramientas digitales, se combina con el conocimiento pedagógico tecnológico (TPK), que se refiere a la habilidad para integrar las TIC en estrategias pedagógicas, y el conocimiento tecnológico del contenido (TCK), que se enfoca en cómo las tecnologías pueden facilitar la enseñanza de conceptos matemáticos específicos. Así, la verdadera apropiación pedagógica de las TIC no se logra solo con un dominio técnico, sino con la integración coherente de lo tecnológico, lo pedagógico y lo disciplinar (Mishra & Koehler, 2006).

En esa misma línea, distintos marcos internacionales han precisado orientaciones para el desarrollo y evaluación de la competencia digital docente. Entre ellos destacan el UNESCO ICT Competency Framework for Teachers (UNESCO, 2018) y el DigCompEdu (2017), los cuales complementan la perspectiva del TPACK al describir áreas de competencia que trascienden lo técnico y enfatizan la dimensión pedagógica. El marco de la UNESCO plantea niveles progresivos de desempeño, desde la alfabetización tecnológica hasta la

creación de conocimiento, resaltando la necesidad de un uso reflexivo de las TIC para transformar la enseñanza y el aprendizaje (UNESCO, 2018). Por su parte, el DigCompEdu propone seis áreas clave de competencia, que incluyen el uso pedagógico de las TIC, la creación de recursos digitales y la evaluación, destacando la importancia de integrar las TIC en la práctica pedagógica de manera que favorezca la enseñanza personalizada y el aprendizaje autónomo (European Commission, 2017). De este modo, tanto el TPACK como los marcos internacionales convergen en señalar que la competencia digital docente debe reflejarse en la planificación, implementación y evaluación de la enseñanza, asegurando una integración pedagógica coherente que considere el impacto de las TIC en los contenidos y objetivos educativos.

En concordancia con estas orientaciones globales, el Marco de Competencias TIC para el Desarrollo Profesional Docente del Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2013) adapta estas perspectivas al contexto colombiano, estableciendo cuatro niveles de competencia: explorador, integrador, innovador y transformador. En el nivel explorador, los docentes comienzan a conocer las herramientas tecnológicas y su uso básico; en el nivel integrador, las TIC se incorporan de manera sistemática en la enseñanza, pero de forma aún superficial. En el nivel innovador, los docentes exploran nuevas formas de utilizar las TIC para enriquecer la enseñanza, mientras que, en el nivel transformador, las TIC se integran de manera profunda y transformadora, cambiando la práctica pedagógica. Estos niveles dialogan directamente con las dimensiones del modelo TPACK: el TK (conocimiento tecnológico), e evidencia en el manejo funcional de herramientas digitales, el TPK (conocimiento pedagógico tecnológico) en la integración pedagógica coherente de las TIC para mejorar el proceso de enseñanza, y el TCK (conocimiento tecnológico del contenido) en la selección de tecnologías adecuadas para representar y trabajar el contenido matemático, favoreciendo una comprensión más profunda y visual de los conceptos (MEN, 2013).

Ahora bien, alcanzar un nivel alto en estos marcos no implica automáticamente una integración pedagógicamente pertinente de las TIC. Un docente con alta competencia digital no necesariamente integra las TIC de forma pedagógicamente adecuada, ya que dominar las herramientas tecnológicas (TK) no garantiza una utilización efectiva en el contexto educativo (Mishra & Koehler, 2006). Precisamente aquí cobra relevancia el modelo TPACK, al subrayar que la verdadera apropiación requiere la articulación entre tecnología, pedagogía y contenido. Desde esta perspectiva, el análisis no se limita a verificar si los maestros saben usar dispositivos o aplicaciones (TK), sino a examinar cómo ese conocimiento tecnológico se conecta con las estrategias pedagógicas (PK) y con el contenido disciplinar (CK). Este estudio, en consecuencia, se centra en evaluar si la selección de las TIC responde a una intencionalidad pedagógica clara y si su aplicación favorece la representación, exploración y evaluación de conceptos matemáticos en el aula de cuarto grado. De este modo, se busca comprender cómo dicha apropiación pedagógica incide tanto en las estrategias didácticas de los docentes como en los procesos de aprendizaje de las matemáticas de sus estudiantes, en coherencia con la pregunta de investigación que orienta este trabajo.

En este sentido, la competencia digital docente constituye un requisito fundamental pero no suficiente, para garantizar la integración pedagógica de las TIC. El modelo TPACK proporciona el marco idóneo para valorar la calidad y coherencia pedagógica de dicha integración, al exigir la articulación efectiva entre tecnología, pedagogía y contenido. Este marco conceptual no solo orienta la comprensión del fenómeno, sino que también establece las bases para interpretar los resultados de la investigación, permitiendo determinar si la apropiación tecnológica observada en los docentes de la IED El Líbano corresponde a un uso superficial e instrumental de las TIC o, por el contrario, a una integración pedagógica auténtica que potencia aprendizajes matemáticos significativos en cuarto grado.

Es importante subrayar que el propósito de este estudio no es juzgar ni responsabilizar a los docentes por las limitaciones en el uso pedagógico de las TIC, sino comprender cómo se configuran sus prácticas en un contexto particular, identificar las barreras que enfrentan y proponer orientaciones que fortalezcan su apropiación tecnológica y pedagógica. De esta manera, el análisis busca aportar a la construcción de soluciones contextualizadas que favorezcan tanto el desarrollo profesional docente como la mejora de los aprendizajes matemáticos de los estudiantes.

Marco conceptual

El marco conceptual de este estudio reúne las categorías necesarias para analizar la integración de las TIC en la enseñanza de las matemáticas de cuarto grado. Se destacan la integración y apropiación pedagógica de TIC, el modelo TPACK como referente central para articular conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar, y las estrategias didácticas mediadas por TIC como decisiones concretas del docente en el aula. Asimismo, se consideran los procesos de aprendizaje en matemáticas y la intencionalidad pedagógica, elementos que permiten valorar si el uso de las tecnologías responde a una planificación coherente y favorece aprendizajes significativos. A continuación, se definen cada una de estas categorías, con el fin de precisar su alcance en el marco de esta investigación.

Integración pedagógica de TIC

Se refiere al uso intencional y planificado de recursos digitales que están alineados con los objetivos de aprendizaje, tareas y evaluación en el contexto pedagógico. Implica la selección de herramientas por su pertinencia didáctica y su integración coherente con el contenido y la metodología.

Incluye: Selección de TIC con base en su impacto pedagógico y alineación con objetivos educativos.

Excluye: Uso ocasional o meramente motivacional sin vinculación directa con objetivos de aprendizaje o evaluación.

Un ejemplo de esta integración puede observarse cuando se utiliza GeoGebra para enseñar fracciones, los estudiantes interactúan con representaciones visuales y se guían por preguntas que fomentan la reflexión y evaluación de conceptos, asegurando que la tecnología se utilice de manera efectiva dentro de las tareas planteadas.

Apropiación pedagógica de TIC

Se entiende como la consolidación de prácticas docentes que integran las TIC de forma continua y reflexiva en el proceso de enseñanza, abarcando desde la planificación hasta la evaluación, con un enfoque en la mejora continua.

Incluye: Uso estable de TIC en actividades didácticas que se ajustan a las necesidades del grupo y a los objetivos pedagógicos.

Excluye: Uso irregular o sin adaptación pedagógica consistente.

Esto puede evidenciarse, por ejemplo, en un docente que utiliza herramientas digitales de manera regular y reflexiva en la enseñanza de matemáticas, como incorporar plataformas interactivas para practicar operaciones matemáticas y ajustar las estrategias según los resultados obtenidos, demuestra una apropiación pedagógica de las TIC.

Modelo TPACK (dimensiones)

El modelo TPACK describe las interacciones entre tres tipos de conocimiento: TK (conocimiento tecnológico), PK (conocimiento pedagógico) y CK (conocimiento del contenido), así como sus intersecciones (TPK, TCK, PCK, TPACK), que permiten a los docentes integrar las TIC de manera efectiva en la enseñanza.

Incluye: Observación de evidencias concretas de integración pedagógica entre tecnología, pedagogía y contenido.

Excluye: Presencia nominal de herramientas TIC sin evidencia de integración efectiva.

Por ejemplo, un docente que selecciona GeoGebra para enseñar álgebra, tomando en cuenta tanto su dominio de la tecnología, las estrategias pedagógicas empleadas y el contenido matemático.

Estrategias didácticas con TIC

Son las decisiones tomadas por el docente sobre cómo diseñar las tareas, los andamiajes de apoyo, las interacciones entre estudiantes y docentes, y la evaluación, mediadas por herramientas tecnológicas.

Incluye: Planificación de actividades interactivas, uso de TIC para facilitar la resolución de problemas y retroalimentación inmediata.

Excluye: Uso de TIC sin planificación pedagógica o sin consideración de la actividad en el contexto de aprendizaje.

Un caso ilustrativo de este tipo de estrategias se observa en el uso de Khan Academy para ejercicios de práctica matemática permite que los estudiantes reciban retroalimentación inmediata y avancen según su propio ritmo, garantizando que el uso de TIC esté enfocado en la mejora del proceso de aprendizaje.

Procesos de aprendizaje en matemáticas.

Refleja los procesos cognitivos fundamentales en la enseñanza de las matemáticas a nivel de básica primaria, tales como la comprensión conceptual, la fluidez en los

procedimientos, el razonamiento lógico y la resolución de problemas, utilizando múltiples representaciones visuales y manipulativas.

Incluye: Desarrollo de competencias matemáticas a través de actividades que vinculan teoría y práctica, con recursos digitales que apoyan la visualización y resolución de problemas.

Excluye: Enfoques que solo se centran en la memorización o repetición de procedimientos sin profundización conceptual.

Un ejemplo de estos procesos se evidencia al utilizar objetos dinámicos diseñados en GeoGebra para la enseñanza de las fracciones. Esta herramienta permite a los estudiantes explorar visualmente fracciones equivalentes y resolver problemas contextualizados, fortaleciendo su comprensión y fluidez en los conceptos matemáticos.

Intencionalidad pedagógica

Es la reflexión y toma de decisiones acerca de por qué, para qué, cómo y cuándo se integra una herramienta TIC en una secuencia didáctica, garantizando que su uso esté alineado con los objetivos de aprendizaje.

Incluye: La planificación reflexiva de cómo las TIC facilitan la comprensión de los conceptos matemáticos y el logro de los objetivos educativos.

Excluye: Uso de TIC sin una planificación o finalidad pedagógica clara.

Esto puede evidenciarse cuando un docente decide utilizar un simulador de fracciones en Desmos para que los estudiantes visualicen cómo se suman fracciones, con el objetivo de reforzar su comprensión conceptual, aprovechando la herramienta para ilustrar de manera interactiva los cambios en los valores.

Alcances y Delimitaciones Conceptuales

Este estudio se enfoca en la enseñanza de matemáticas en el cuarto grado de primaria, centrando su análisis en los contenidos fundamentales de fracciones, operaciones, medidas y geometría básica (sin incluir geometría analítica). El interés principal radica en evaluar la calidad de la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el proceso educativo, haciendo uso del modelo TPACK para analizar la coherencia pedagógica de su implementación. En este sentido, se prioriza cómo las TIC contribuyen al desarrollo de los contenidos matemáticos, más que la frecuencia con que se utilizan las herramientas tecnológicas.

El alcance del estudio está limitado a las prácticas cotidianas de los docentes, observando de manera integral la planeación, la ejecución de las clases y los productos generados por los estudiantes, excluyendo las actividades especialmente diseñadas para ser observadas o aquellas que no forman parte del contexto real de enseñanza. Además, no se aborda el uso de las TIC de manera exclusivamente motivacional, como en el caso de demostraciones sin una conexión clara con los objetivos pedagógicos o evaluativos. Tampoco se dedica un análisis exhaustivo al hardware o la conectividad, a menos que estos aspectos se presenten como elementos cruciales dentro del contexto de la investigación.

El supuesto fundamental de este estudio es que las tecnologías deben ser concebidas como herramientas pedagógicas que faciliten la construcción de significado matemático, no como un fin en sí mismas. De este modo, se busca garantizar que las TIC sean una extensión significativa de las estrategias didácticas del docente, promoviendo un aprendizaje activo y significativo de los estudiantes en el aula.

Diseño Metodológico

Este capítulo detalla el enfoque metodológico, el diseño de la investigación, las técnicas e instrumentos de recolección de información, la población y muestra, así como el procedimiento para el análisis de los datos. Además, se abordan las consideraciones éticas que orientaron el proceso investigativo, en coherencia con los objetivos y el modelo TPACK como marco teórico central. Todo el planteamiento metodológico está estructurado para responder de manera integral a la pregunta de investigación, y así lograr una comprensión profunda de cómo los docentes de cuarto grado de la Institución Educativa Distrital El Líbano integran las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en sus prácticas pedagógicas para la enseñanza de las matemáticas.

Enfoque metodológico y tipo de investigación

El enfoque metodológico adoptado para esta investigación es de tipo cualitativo, que se justifica debido a la naturaleza interpretativa y exploratoria del estudio. El enfoque cualitativo es ideal para comprender fenómenos complejos, como la apropiación pedagógica de las TIC, en un contexto específico, en este caso, la enseñanza de las matemáticas en cuarto grado. Este enfoque permite explorar las percepciones, experiencias y prácticas de los docentes desde una perspectiva más profunda y contextualizada, que no es alcanzada por métodos cuantitativos (Hernández-Sampieri et al., 2014).

Según Flick (2018), la investigación cualitativa es especialmente útil para estudiar procesos y significados que son construidos socialmente, lo que se alinea con el propósito de este estudio: interpretar cómo los docentes integran las TIC en sus prácticas pedagógicas y cómo estas contribuyen al aprendizaje de los estudiantes. De esta manera, el enfoque cualitativo facilita una aproximación holística al objeto de estudio, permitiendo una comprensión rica y matizada de la realidad educativa observada.

Este enfoque es particularmente adecuado porque el modelo TPACK requiere una comprensión profunda y detallada de cómo se interrelacionan tres componentes clave: Conocimiento Tecnológico (TK), Conocimiento Pedagógico (PK) y Conocimiento del Contenido (CK). El análisis cualitativo permite examinar con detalle cómo los docentes combinan estos tres tipos de conocimiento en sus prácticas diarias, que difícilmente podrían captarse mediante un enfoque cuantitativo centrado solo en medir variables. A través de esta perspectiva es posible comprender no solo qué tecnologías utilizan los docentes, sino cómo y por qué las incorporan en función de sus propósitos pedagógicos y del contenido matemático a enseñar, lo cual es esencial para estudiar la apropiación pedagógica de las TIC desde el modelo TPACK.

En cuanto al tipo de investigación, se adoptó el enfoque de Investigación Acción Educativa, dado que este permite analizar y transformar las prácticas pedagógicas a partir de procesos reflexivos desarrollados en el propio contexto escolar. De acuerdo con Kemmis y McTaggart (2005), la investigación-acción se estructura como un proceso cíclico que articula planificación, acción, observación y reflexión, orientado a la mejora sistemática de la práctica docente. Este enfoque resulta pertinente para el presente estudio, en la medida en que busca comprender y fortalecer la apropiación pedagógica de las TIC en la enseñanza de las matemáticas desde una perspectiva situada y colaborativa.

En este estudio, la investigación-acción educativa se operacionalizó como un proceso de mejora tecnopedagógica situada, en el que los docentes participaron activamente en el diseño, implementación y revisión de estrategias mediadas por TIC. La “acción” correspondió a la incorporación planificada de recursos digitales en clases de matemáticas de cuarto grado, mientras que la “observación” se concretó mediante el registro sistemático de la práctica docente a través de los instrumentos validados. La “reflexión” se desarrolló a partir

del análisis triangulado de observaciones, entrevistas y documentos, con el propósito de formular orientaciones pedagógicas fundamentadas en el modelo TPACK.

En este marco, el enfoque cualitativo y el tipo de Investigación Acción Educativa se complementan, permitiendo una aproximación profunda y reflexiva al contexto educativo. La investigación se enfoca en las experiencias de los docentes y cómo integran las TIC de manera adaptada a su realidad educativa, sin la necesidad de medir el impacto de manera cuantitativa. Este diseño metodológico facilita una comprensión más rica y matizada de las prácticas pedagógicas relacionadas con las TIC, centrándose en la reflexión continua sobre la práctica docente y las decisiones que guían la integración de estas herramientas tecnológicas en el aula.

Diseño de la Investigación

El diseño de esta investigación se estructuró en 5 fases progresivas y articuladas entre sí, con el objetivo de proporcionar una comprensión profunda sobre cómo los docentes de la IED El Líbano integran las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en sus prácticas pedagógicas para la enseñanza de las matemáticas.

Fase 1. Diagnóstico inicial del contexto y de las prácticas docentes

Esta fase tuvo como propósito comprender de manera preliminar el contexto pedagógico y tecnológico de la Institución Educativa Distrital El Líbano, así como las prácticas actuales de los docentes de cuarto grado en la enseñanza de las matemáticas mediada por TIC. El diagnóstico inicial, tal como señalan Hernández-Sampieri et al. (2014), constituye un paso fundamental en las investigaciones cualitativas e investigación-acción, ya que permite identificar las condiciones reales del escenario educativo antes de diseñar cualquier intervención o estrategia de mejora.

Durante esta fase, se realizaron observaciones exploratorias y entrevistas abiertas con los docentes, con el objetivo de identificar cómo estaban utilizando las TIC en el aula y cómo se articulaban con los contenidos matemáticos que se enseñaban. Es importante aclarar que estas técnicas no correspondieron aún a la recolección formal de datos del estudio, sino a un acercamiento inicial, flexible y no sistemático, cuyo propósito fue reconocer cómo los docentes utilizan las Tecnologías de la Información y la Comunicación en sus clases, qué recursos tecnológicos están disponibles, y qué dificultades enfrentan al articular las TIC con los contenidos matemáticos.

La información obtenida en esta fase cumplió tres funciones dentro del proceso investigativo: (i) orientar la comprensión inicial del contexto y aportar insumos para el primer objetivo específico; (ii) apoyar el diseño y ajuste de los instrumentos de recolección formal, alineándolos con las dimensiones del modelo TPACK; y (iii) delimitar focos de observación para reconocer, en fases posteriores, condiciones contextuales que podrían influir en la apropiación pedagógica de las TIC (por ejemplo, disponibilidad de recursos, rutinas de uso y necesidades formativas). Dado su carácter exploratorio, esta información no fue sometida a codificación ni análisis temático, sino utilizada como insumo para la planificación de la fase de observación sistemática.

Fase 2. Diseño de estrategias didácticas mediadas en TIC

A partir de los hallazgos del diagnóstico inicial, en esta fase se diseñaron estrategias didácticas mediadas por TIC orientadas a fortalecer la integración de las TIC en la enseñanza de las matemáticas por parte de los docentes de cuarto grado. El diseño de estas estrategias se fundamentó en las necesidades identificadas en las prácticas docentes, las limitaciones tecnológicas presentes en la institución y las oportunidades de mejora reconocidas durante la Fase 1.

El propósito central de esta etapa fue planificar de manera estratégica cómo las TIC podrían incorporarse en las clases de matemáticas de forma coherente con los objetivos de aprendizaje, atendiendo simultáneamente al contenido matemático, a los enfoques pedagógicos y al nivel de competencia digital de los docentes. En esta línea, el modelo TPACK proporcionó el marco conceptual fundamental para orientar la toma de decisiones didácticas, asegurando que la tecnología no se empleara como un complemento aislado, sino como un recurso didáctico integrado conscientemente al Conocimiento Pedagógico (PK) y al Conocimiento del Contenido (CK).

Figura 2.

Fotografía de docentes en sesiones de acompañamiento.



Según Mishra y Koehler (2006), el modelo TPACK implica comprender la interacción dinámica entre TK, PK y CK, de modo que el docente pueda seleccionar y adaptar herramientas digitales que favorezcan la construcción de significado matemático. Con base en esta perspectiva, las estrategias diseñadas en esta fase buscaron promover una integración reflexiva, donde la tecnología se articula con las explicaciones, los ejemplos, los procesos de resolución de problemas y las actividades de exploración matemática propias del grado cuarto.

Durante el proceso de diseño, los docentes participaron en sesiones de orientación y acompañamiento donde se exploraron recursos digitales acordes con el contexto institucional, tales como GeoGebra o Desmos que favorecen la comprensión de conceptos numéricos, geométricos y operatorios propios del nivel. Estas sesiones permitieron que los docentes fortalecieran su Conocimiento Tecnológico (TK) al tiempo que reflexionaban sobre cómo vincular estos recursos con sus estrategias pedagógicas habituales, lo cual impacta directamente el Conocimiento Pedagógico Tecnológico (TPK) y el Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK).

Asimismo, esta fase contempló la elaboración de guías de actividades, secuencias didácticas y recursos digitales seleccionados, los cuales fueron diseñados con criterios de usabilidad, pertinencia curricular y coherencia con el propósito de mejorar la apropiación pedagógica de las TIC. Dichos productos también se vincularon explícitamente con los objetivos específicos del estudio:

- Permiten analizar cómo se evidencian las dimensiones del modelo TPACK en las estrategias didácticas planificadas (objetivo 2),
- Y ofrecen una ruta para proponer orientaciones pedagógicas fundamentadas en TPACK (objetivo 4).

Finalmente, esta fase constituyó el momento de planeación en el que, con base en el contexto real de los docentes y la institución, se estructuraron estrategias pedagógicas intencionadas que buscaban transformar la manera en que la tecnología es incorporada en la enseñanza de las matemáticas. Esto permitió preparar el terreno para su implementación en la siguiente fase y garantizar que cada decisión didáctica respondiera a la articulación consciente de las dimensiones del modelo TPACK, eje central de la pregunta de investigación.

Fase 3. Implementación de las estrategias pedagógicas mediadas por TIC

En esta fase, los docentes de cuarto grado llevaron a la práctica las estrategias didácticas mediadas por TIC que habían sido previamente diseñadas, integrando recursos tecnológicos en sus clases de matemáticas según las orientaciones elaboradas en la Fase 2. La implementación de estas estrategias representa un momento central dentro del enfoque de Investigación-Acción Educativa, ya que proporciona una oportunidad para observar cómo las estrategias pedagógicas planificadas se despliegan en el aula y cómo se articulan la tecnología, la pedagogía y el contenido matemático en situaciones reales de enseñanza. Tal como lo señala Kemmis y McTaggart (2000), la Investigación-Acción Educativa se caracteriza por la reflexión constante y el ajuste de las prácticas pedagógicas en tiempo real, lo que permite a los docentes ser agentes activos en el proceso de mejora continua de su práctica. Este proceso no solo implica aplicar las estrategias, sino también reflexionar sobre su efectividad y realizar ajustes basados en la experiencia directa en el aula.

El propósito principal de esta fase fue poner en marcha la intervención tecnopedagógica, con el fin de analizar el uso auténtico que los docentes hicieron de las TIC en su práctica cotidiana. Este análisis es fundamental, pues permitió comprender cómo los docentes reinterpretaron, adaptaron o transformaron las propuestas diseñadas y, lo que es más relevante, cómo el modelo TPACK se manifestó en la acción docente. En línea con lo propuesto por Koehler y Mishra (2009), el modelo TPACK se expresa cuando los docentes logran integrar de manera coherente el conocimiento tecnológico, pedagógico y del contenido, adaptándolo a las realidades del aula. Así, este análisis contribuyó directamente al segundo objetivo específico del estudio, que consistía en analizar cómo las dimensiones del modelo TPACK se evidenciaron en las estrategias didácticas empleadas por los docentes en su enseñanza de las matemáticas.

Durante la implementación se definieron criterios de análisis para examinar la manifestación de las dimensiones del modelo TPACK en la acción docente. En particular, se consideró como insumo analítico: (i) el uso y selección de recursos digitales (TK); (ii) las decisiones didácticas asociadas a la gestión de la clase y la participación estudiantil (PK); (iii) la correspondencia entre recursos y contenidos matemáticos trabajados (CK); y (iv) las intersecciones TPK y TCK, entendidas como la articulación entre tecnología–pedagogía y tecnología–contenido. La incorporación de estos criterios respondió a la necesidad de examinar cómo las herramientas digitales pueden favorecer la representación y comprensión de los conceptos matemáticos, aspecto que, según Niess (2011), resulta crucial para promover una comprensión profunda en el aprendizaje de las matemáticas. Estos criterios orientaron el registro y el análisis posterior de la práctica, evitando emitir valoraciones en esta fase del diseño.

Aunque durante esta fase se realizaron observaciones de acompañamiento para monitorear el proceso, estas observaciones tuvieron un carácter descriptivo y no sistemático, como lo sugiere Flick (2018), quien destaca que las observaciones de acompañamiento en fases iniciales de intervención pueden ser útiles para identificar rápidamente ajustes necesarios sin alterar la dinámica del aula. El propósito de estas observaciones fue comprender la dinámica del uso de las TIC en tiempo real y ajustar las estrategias en función de las necesidades inmediatas que surgieran durante la implementación. Sin embargo, estas observaciones no constituyeron la recolección formal de datos del estudio. La recolección sistemática, mediante guías validadas, matrices y criterios explícitos, se desarrolló en la fase siguiente, destinada específicamente a la observación formal y al registro estructurado de evidencias relacionadas con el modelo TPACK. Según Stake (2005), la observación formal, al ser sistemática y estructurada, permite generar evidencias rigurosas que pueden ser analizadas de manera más profunda en las fases posteriores de la investigación.

Fase 4. Observación sistemática de la práctica docente

Tras la implementación de las estrategias didácticas mediadas por TIC, se desarrolló la fase de observación sistemática, cuyo propósito fue recolectar información rigurosa sobre la manera en que los docentes de cuarto grado integraron la tecnología en la enseñanza de las matemáticas y cómo se evidenciaron las dimensiones del modelo TPACK en su práctica pedagógica. Esta etapa constituyó el eje central de la investigación, ya que permitió documentar con precisión las interacciones entre tecnología, pedagogía y contenido matemático en el contexto del aula.

A diferencia de las observaciones de acompañamiento realizadas durante la implementación (Fase 3), esta fase empleó instrumentos previamente diseñados, lo que garantizó un registro coherente y sistemático. De acuerdo con Angrosino (2012), la observación sistemática requiere el uso de guías estructuradas y criterios explícitos que permitan describir de manera consistente los comportamientos y dinámicas presentes en el aula. En coherencia con este enfoque, se utilizaron:

- **Guías de observación estructuradas**, alineadas con las dimensiones TK, PK, CK, TPK y TCK del modelo TPACK;
- **Matrices de registro de evidencias**, que permitieron documentar patrones de interacción entre docentes, estudiantes, contenido matemático y recursos tecnológicos;
- **Entrevistas semiestructuradas**, realizadas al finalizar cada sesión observada, con el fin de profundizar en las decisiones pedagógicas de los docentes;
- **Análisis documental** de materiales de clase y recursos utilizados por los docentes.

La inclusión explícita del modelo TPACK (Conocimiento Pedagógico Tecnológico del Contenido) en esta etapa metodológica permitió que la observación sistemática no se limitara

únicamente a describir el uso de herramientas tecnológicas en el aula, sino que se enfocara en analizar de manera profunda la articulación intencional entre tres componentes esenciales: el conocimiento tecnológico (TK), el conocimiento pedagógico (PK) y el conocimiento del contenido (CK). Según Koehler y Mishra (2009), el modelo TPACK es una integración compleja y dinámica de estos tres conocimientos, los cuales deben combinarse de forma coherente para generar una enseñanza efectiva y contextualizada. El modelo no se limita a la simple adición de tecnología al aula, sino que busca cómo la tecnología puede enriquecer y transformar la enseñanza al ser integrada de manera reflexiva con las metodologías pedagógicas y el contenido disciplinario.

Koehler y Mishra (2009) destacan que el TPACK se evidencia en la práctica cuando los docentes logran una integración intencional y reflexiva de la tecnología con sus conocimientos pedagógicos y de contenido. Esta integración no debe ser superficial, sino que debe responder a un enfoque adaptado a las necesidades de los estudiantes y al tipo de contenido que se enseña, reconociendo que las herramientas tecnológicas no son un fin en sí mismas, sino un medio para facilitar el aprendizaje y la comprensión. En este sentido, la observación en este estudio se centró en identificar manifestaciones claras de TPK (Conocimiento Pedagógico Tecnológico) y TCK (Conocimiento Tecnológico del Contenido), con el fin de analizar cómo los docentes aplicaban las TIC para mejorar sus estrategias pedagógicas y cómo esas herramientas facilitaban la comprensión de los conceptos matemáticos.

Además, en línea con las ideas de Mishra y Koehler (2006), que enfatizan que el TPACK es un enfoque holístico que debe ser flexible y adaptativo, la observación también buscó identificar cómo los docentes ajustaban sus prácticas pedagógicas a las herramientas tecnológicas disponibles, considerando las características del contenido matemático y las necesidades de los estudiantes. La observación no solo registró el uso de plataformas

tecnológicas como GeoGebra o Desmos, sino que también se centró en cómo los docentes las integraban de manera reflexiva en sus lecciones, para generar experiencias de aprendizaje significativas. De acuerdo con Angeli y Valanides (2009), la integración efectiva de las TIC dentro del marco TPACK requiere que los docentes no solo dominen las tecnologías disponibles, sino que también comprendan cómo estas herramientas pueden ser utilizadas para hacer más accesible el contenido matemático y apoyar el proceso pedagógico.

Esta fase aportó información concluyente para dos de los objetivos específicos del estudio:

- Analizar cómo las dimensiones del modelo TPACK se evidenciaron en las estrategias didácticas implementadas por los docentes,
- Describir los factores que facilitaron o limitaron la apropiación pedagógica de las TIC en la práctica docente.

Para garantizar la validez y consistencia de la información recolectada, se realizó un proceso de triangulación metodológica entre las observaciones sistemáticas, las entrevistas y los documentos analizados, siguiendo las orientaciones de Flick (2018). En esta fase, la triangulación tuvo un carácter esencialmente verificativo, orientado a contrastar los datos obtenidos desde diferentes técnicas e instrumentos para asegurar su credibilidad y coherencia interna. Este cruce de fuentes permitió confirmar patrones observados en el aula y consolidar una base de datos sólida sobre la integración de las TIC en la enseñanza, lo que facilitó comprender de manera preliminar cómo la tecnología se incorporó a las prácticas docentes y qué elementos incidieron en la apropiación pedagógica desde la perspectiva del modelo TPACK.

Fase 5. Análisis, reflexión y orientaciones pedagógicas

Una vez finalizada la observación sistemática de la práctica docente, se desarrolló una fase de análisis y reflexión destinada a interpretar de manera profunda los hallazgos del estudio. Esta etapa permitió comprender cómo las dimensiones del modelo TPACK se articularon en la implementación de las estrategias didácticas mediadas por TIC, y cómo dichas manifestaciones incidieron en la apropiación pedagógica de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas.

El proceso analítico se estructuró mediante una codificación y categorización cualitativa que combinó procedimientos inductivos y deductivos. Los procedimientos inductivos se emplearon para identificar patrones emergentes directamente desde los datos, lo que permitió una aproximación flexible y abierta a la interpretación de las experiencias vividas por los docentes. En contraste, los procedimientos deductivos estuvieron fundamentados en las categorías preexistentes del modelo TPACK, tales como el Conocimiento Tecnológico (TK), el Conocimiento Pedagógico (PK), el Conocimiento del Contenido (CK), y las intersecciones entre ellos: Conocimiento Pedagógico Tecnológico (TPK) y Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK). Esta combinación de enfoques permitió no solo identificar relaciones y regularidades dentro de los datos, sino también detectar tensiones, contradicciones y contrastes entre las prácticas docentes, las herramientas tecnológicas y los contenidos matemáticos abordados. Tal como lo argumenta Niess (2011), el modelo TPACK se manifiesta a través de las decisiones pedagógicas que los docentes adoptan al seleccionar, adaptar y justificar el uso de las tecnologías en función de los contenidos que enseñan y de los objetivos de aprendizaje que desean alcanzar. En este contexto, el análisis se centró en desentrañar cómo los docentes toman decisiones sobre la integración de las TIC en su práctica, lo que permitió ofrecer una visión detallada de cómo la tecnología influye en sus metodologías y enfoques de enseñanza.

La reflexión que se desarrolló durante esta fase permitió profundizar en el tercer objetivo específico del estudio, el cual estaba orientado a identificar y describir los factores que facilitaron o limitaron la apropiación pedagógica de las TIC por parte de los docentes. Entre los factores facilitadores de la innovación educativa con TIC se destaca la actitud positiva del profesorado frente a su incorporación y transformación pedagógica (De Pablos Pons et al., 2010). Además, la pertinencia de las herramientas digitales seleccionadas y la utilidad de las estrategias didácticas diseñadas fueron factores clave que favorecieron la integración de las TIC. No obstante, también se reconocieron limitaciones significativas que incidieron en la implementación de las TIC. La disponibilidad de recursos tecnológicos fue una de las principales barreras, junto con el dominio del Conocimiento Tecnológico (TK) por parte de los docentes, lo que destacó la necesidad de mejorar las competencias digitales de los educadores. Además, se identificó la necesidad de fortalecer la coherencia entre la tecnología utilizada y el contenido matemático, un aspecto crítico para lograr una integración efectiva de las TIC que, como señala Angeli y Valanides (2009), no debe limitarse a la mera incorporación de tecnologías, sino a su uso integrado y alineado con los objetivos pedagógicos y los contenidos del currículo.

A diferencia de la triangulación metodológica realizada en la Fase 4, orientada a verificar la consistencia de los datos recolectados, en esta fase la triangulación adquirió un carácter analítico e interpretativo. El cruce de evidencias provenientes de las observaciones, entrevistas y documentos permitió integrar los hallazgos y relacionarlos con las categorías del modelo TPACK, generando una comprensión profunda y coherente del fenómeno. Esta triangulación analítica facilitó identificar cómo se expresaron TK, PK y CK en la práctica docente y qué transformaciones se observaron en las estrategias de enseñanza mediadas por TIC.

Finalmente, esta fase condujo a la formulación de orientaciones pedagógicas fundamentadas en el modelo TPACK, dirigidas a fortalecer la integración reflexiva, contextualizada y sostenible de las TIC en la enseñanza de las matemáticas. Estas orientaciones no constituyen un nuevo ciclo de intervención, pero sí representan una proyección formativa derivada del proceso investigativo, respondiendo directamente al cuarto objetivo específico: proponer orientaciones pedagógicas basadas en TPACK que fortalezcan la integración tecnológica en la enseñanza de las matemáticas.

Técnicas e instrumentos de recolección de información

La recolección de información en este estudio se llevó a cabo mediante diversas técnicas cualitativas, seleccionadas específicamente para explorar cómo los docentes de cuarto grado de la IED El Líbano integran las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en sus prácticas pedagógicas para la enseñanza de las matemáticas. Cada técnica de recolección de datos está orientada a identificar las manifestaciones del modelo TPACK, particularmente las dimensiones del Conocimiento Pedagógico Tecnológico (TPK) y el Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK), según el enfoque de Mishra y Koehler (2006), quienes establecen que la integración efectiva de las TIC en la enseñanza requiere un balance entre la pedagogía, el contenido y la tecnología.

Observación Sistemática No Participante

La observación sistemática no participante fue una de las técnicas fundamentales para este estudio, ya que permitió obtener una visión detallada y objetiva de las prácticas docentes relacionadas con el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), sin interferir en la dinámica del aula. Esta técnica se alinea con lo propuesto por Hernández, Fernández y Baptista (2014), quienes subrayan la importancia de la observación en contextos educativos, ya que proporciona datos valiosos sobre las interacciones entre docentes,

estudiantes y las herramientas tecnológicas utilizadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Según Angrosino (2007), la observación no participante es especialmente útil para estudiar fenómenos educativos, ya que permite al investigador captar la complejidad del contexto sin influir directamente en él, garantizando una visión más fiel de las prácticas reales en el aula.

En este estudio, la observación se llevó a cabo en dos fases: Fase 1 (exploratoria) y Fase 4 (sistemática). Durante la Fase 1, la observación exploratoria permitió identificar las primeras interacciones entre los docentes y las TIC, lo que proporcionó una comprensión inicial del contexto en el que se implementaban estas herramientas tecnológicas. Esta fase inicial fue clave para establecer una base de conocimiento sobre cómo los docentes estaban empezando a integrar las TIC en sus prácticas pedagógicas, permitiendo al investigador identificar posibles patrones de uso, barreras y potencialidades del entorno educativo (Creswell, 2014). Además, como sugiere Cobo (2013), la observación en esta fase también permitió identificar las actitudes iniciales de los docentes hacia la tecnología y las primeras experiencias de integración tecnológica en el aula.

En la Fase 4, la observación se orientó a registrar, mediante una guía estructurada, información sobre la articulación entre recursos tecnológicos, decisiones didácticas y contenidos matemáticos. Desde el modelo TPACK, este registro aportó insumos para analizar posteriormente las intersecciones TPK y TCK: por una parte, la relación entre el uso de TIC y las estrategias de enseñanza (TPK) y, por otra, la relación entre herramientas digitales y la representación/abordaje del contenido matemático (TCK). En este sentido, el uso de plataformas como GeoGebra o Desmos se consideró una fuente de información pertinente para examinar la dimensión TCK, en la medida en que posibilita representar y explorar contenidos matemáticos mediante recursos digitales (Niess, 2011).

La observación sistemática se orientó a registrar información relacionada con el uso de las TIC en el aula y con las decisiones pedagógicas asociadas a la selección y aplicación de herramientas tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas. En coherencia con lo planteado por Angeli y Valanides (2009), se consideró relevante documentar cómo los docentes articulaban tecnología, contenido y objetivos didácticos, así como las condiciones contextuales que podían incidir en dicha integración. Asimismo, se recopilaron registros sobre posibles tensiones, ajustes o desafíos observados durante la implementación, los cuales fueron considerados insumos para el análisis posterior.

Entrevistas Semiestructuradas

Las entrevistas semiestructuradas fueron realizadas con los docentes para profundizar en sus percepciones y reflexiones sobre el uso de las TIC en la enseñanza de las matemáticas. Según Flick (2018), las entrevistas semiestructuradas son herramientas eficaces para obtener una comprensión profunda de las experiencias y concepciones de los participantes, permitiendo explorar la subjetividad de los entrevistados en torno a la integración de las TIC. Esta técnica es fundamental para comprender cómo los docentes integran las TIC en sus estrategias pedagógicas y qué impacto consideran que tienen en el aprendizaje de los estudiantes.

En relación con el modelo TPACK, la entrevista semiestructurada permitió recopilar información sobre las decisiones y razonamientos docentes respecto a la integración de TIC en matemáticas, aportando insumos para el análisis posterior de las dimensiones TPK y TCK. En particular, las referencias a propósitos didácticos, formas de interacción y gestión de actividades mediadas por TIC se consideraron relevantes para analizar TPK, mientras que las descripciones sobre herramientas empleadas para representar, explorar o explicar contenidos matemáticos se consideraron insumos para analizar TCK (Koehler & Mishra, 2009; Angeli & Valanides, 2009).

Análisis Documental

El análisis documental fue otra técnica utilizada en este estudio, que consistió en revisar los planes de clase y otros documentos pedagógicos elaborados por los docentes. Según Stake (2005), el análisis de documentos es una técnica crucial para obtener información relevante sobre las prácticas educativas, ya que permite examinar cómo los docentes planifican y estructuran sus clases. En este estudio, el análisis documental se realizó de manera continua, permitiendo observar cómo las TIC son incorporadas en la planificación de las lecciones y cómo los docentes las utilizan para enseñar matemáticas.

Para facilitar la comprensión de las técnicas de recolección de datos utilizadas en este estudio y su relación con el modelo TPACK, se presenta el Cuadro 1. En él se sintetizan las técnicas seleccionadas, los instrumentos utilizados, los objetivos específicos de cada técnica, así como las dimensiones del modelo TPACK que permiten identificar las distintas formas de articulación entre el conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar en las prácticas docentes. Este cuadro permite visualizar de qué manera cada técnica se orienta a evidenciar las interacciones entre la tecnología, la pedagogía y el contenido matemático, en el contexto de la integración de las TIC en las prácticas docentes.

Tabla 2.

Relación entre técnicas de recolección, instrumentos, objetivos del estudio y dimensiones del modelo TPACK.

TÉCNICA DE RECOLECCIÓN	INSTRUMENTO UTILIZADO	OBJETIVO ESPECÍFICO QUE APORTA	DIMENSIONES TPACK QUE PERMITE IDENTIFICAR
Observación sistemática de la práctica docente	Guía de observación estructurada; matriz de registro de evidencias	Analizar cómo se evidencian las dimensiones del TPACK en las estrategias didácticas implementadas; describir factores	TK: dominio tecnológico en el uso de herramientas digitales; PK: decisiones pedagógicas en la conducción de la clase; CK: tratamiento del contenido matemático; TPK: integración pedagógica de herramientas tecnológicas; TCK:

TÉCNICA DE RECOLECCIÓN	INSTRUMENTO UTILIZADO	OBJETIVO ESPECÍFICO QUE APORTA	DIMENSIONES TPACK QUE PERMITE IDENTIFICAR
Entrevistas semiestructuradas	Guía de entrevista validada	Identificar concepciones y prácticas docentes sobre la integración pedagógica de las TIC; analizar cómo los docentes perciben y explican la articulación entre TK, PK y CK.	que facilitan o limitan la apropiación pedagógica de las TIC. pertinencia de recursos tecnológicos para representar o explorar el contenido matemático. TPK: justificación docente del uso pedagógico de recursos TIC; TCK: reflexiones sobre la utilidad de tecnologías para enseñar contenido matemático; TK/PK/CK: percepciones sobre su dominio tecnológico, pedagógico y disciplinar.
Análisis documental	Revisión de planes de clase, guías de actividades y recursos digitales utilizados	Analizar la planificación docente respecto a la integración de TIC; identificar la intencionalidad pedagógica y disciplinar.	TPK: estrategias didácticas que incorporan tecnología; TCK: uso planificado de herramientas para representar o explorar contenido matemático; PK/CK: estructura y secuenciación pedagógica del contenido.

Los instrumentos utilizados en este estudio, guía de observación sistemática, matriz de análisis documental y guía de entrevista semiestructurada, fueron sometidos a un proceso de validación por expertos con el propósito de asegurar su pertinencia, claridad, coherencia teórica y alineación con el modelo TPACK. Para ello, se realizó una selección intencional de tres especialistas con formación de posgrado en educación matemática y experiencia comprobada en didáctica de las matemáticas e integración pedagógica de TIC. Los expertos contaban con trayectoria en investigación educativa y participación en procesos de diseño o evaluación de instrumentos cualitativos, lo que garantizó la idoneidad técnica del proceso de validación. La revisión se llevó a cabo siguiendo criterios fundamentados en la literatura

sobre validación de instrumentos en investigación cualitativa, como lo plantean Aiken (1985) y Hernández, Fernández y Baptista (2014).

Los Criterios Utilizados para la Validación Fueron los Siguietes:

Pertinencia: Se verificó que los instrumentos fueran apropiados para el contexto del estudio y para los objetivos planteados, es decir, que las preguntas y los indicadores fueran adecuados para identificar las dimensiones TPK y TCK del modelo TPACK. Esta pertinencia fue clave para garantizar que la investigación abordara correctamente los aspectos clave relacionados con la integración de las TIC en la enseñanza de las matemáticas (González, 2013).

Claridad: Los instrumentos fueron evaluados en cuanto a la claridad de sus preguntas y enunciados. Se realizó un análisis detallado de cada ítem para garantizar que los participantes pudieran comprender completamente las preguntas y proporcionar respuestas claras y precisas. De acuerdo con Rodríguez (2007), una validación adecuada debe asegurar que las preguntas sean comprensibles y no ambiguas, lo que facilita la recolección de datos válidos.

Relevancia: Este criterio evaluó si los instrumentos abordaban aspectos clave para la investigación, garantizando que cada pregunta o ítem estuviera directamente relacionado con las dimensiones del modelo TPACK y con los objetivos del estudio. La relevancia fue verificada asegurando que los indicadores reflejaran las interacciones entre la pedagogía, la tecnología y el contenido matemático de manera adecuada (Mishra & Koehler, 2006).

Funcionalidad: Se analizó la operatividad de los instrumentos en el contexto práctico de la investigación, es decir, si eran adecuados para ser aplicados en el aula y si facilitaban la recolección de datos de manera eficiente. La funcionalidad fue evaluada en términos de la facilidad de uso y la aplicabilidad en las distintas fases del estudio (Creswell, 2014). En este

proceso, se verificó que las guías y matrices no presentaran dificultades prácticas para los investigadores durante su implementación en el campo.

Consistencia con TPACK: Finalmente, los expertos evaluaron la consistencia de los instrumentos con las dimensiones del modelo TPACK. Es decir, se verificó que los instrumentos alinearan de manera precisa los aspectos pedagógicos, tecnológicos y de contenido que los docentes debían integrar en sus prácticas pedagógicas. La consistencia con TPACK fue clave para asegurar que los instrumentos pudieran captar adecuadamente las complejas interacciones entre estas tres dimensiones (Niess, 2011; Koehler & Mishra, 2009).

Como resultado de esta validación rigurosa, se realizaron ajustes en la redacción de algunos ítems para mejorar la claridad y la pertinencia de las preguntas. Asimismo, se precisaron las categorías vinculadas al TPK y al TCK, y se reorganizó la secuencia de preguntas de la guía de entrevista para facilitar la coherencia y fluidez de las respuestas. Estos ajustes fueron realizados con base en las observaciones de los expertos, lo que permitió mejorar la calidad y la efectividad de los instrumentos en la recolección de datos.

En los planes de área revisados, se analizaron referencias al uso de herramientas tecnológicas como parte del proceso de codificación, con el fin de identificar patrones de integración de las TIC en la planificación docente. La observación sistemática no participante se aplicó solo en la Fase 4 del estudio, permitiendo una visión más detallada y sistemática del uso de las TIC en las prácticas pedagógicas. Las entrevistas semiestructuradas fueron aplicadas a lo largo de la investigación, pero no en todas las fases del estudio.

Figura 3.

Estudiantes de grado cuarto participando en la entrevista.



El análisis documental se realizó de manera continua a lo largo del ciclo completo de investigación. Esta distribución de la aplicación de los instrumentos garantiza que los datos recolectados reflejen de manera fiel las prácticas y concepciones de los docentes en relación con la integración de las TIC en la enseñanza de las matemáticas.

A partir de lo anteriormente planteado podemos decir que las técnicas de recolección de datos seleccionadas, junto con sus respectivos instrumentos y procesos de validación, están diseñadas para proporcionar una comprensión profunda sobre cómo los docentes de cuarto grado de la IED El Líbano integran las TIC en sus prácticas pedagógicas permitieron recopilar información para el análisis de las dimensiones TPK y TCK, que contribuirán a la formulación de recomendaciones que favorezcan una mayor integración de las TIC en la enseñanza de las matemáticas, alineadas con los objetivos pedagógicos y el contexto educativo de la institución.

Población y muestra

La población objeto de estudio está conformada por los docentes de matemáticas de cuarto grado de la Institución Educativa Distrital El Líbano. Esta institución fue seleccionada debido a su contexto específico, el cual representa una realidad común en muchas escuelas públicas, especialmente en lo que respecta a los desafíos que enfrentan los docentes en la

integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en sus prácticas pedagógicas. La selección de los participantes se basa en criterios específicos que garantizan la relevancia de su inclusión en el estudio. En primer lugar, se priorizaron a aquellos docentes con experiencia en la enseñanza de matemáticas en el nivel de cuarto grado, con al menos dos años de trayectoria, ya que se considera que su conocimiento sobre los contenidos y las estrategias pedagógicas es suficiente para ofrecer una perspectiva rica sobre el uso de las TIC en el aula. Según Hernández-Sampieri et al. (2014), los docentes con experiencia en un área determinada poseen el conocimiento necesario para reflexionar sobre su práctica y evaluar el impacto de nuevos elementos como las TIC en su enseñanza. Además, la disponibilidad de los docentes para participar en las observaciones y entrevistas es un criterio clave, ya que el estudio requirió de su colaboración activa durante todo el proceso de investigación.

Otro criterio de selección es la participación previa de los docentes en procesos de innovación pedagógica, especialmente en el uso de TIC en sus lecciones de matemáticas. Este aspecto es fundamental, ya que el objetivo era investigar cómo los docentes que ya están familiarizados con la integración tecnológica pueden reflexionar sobre su uso y cómo lo implementan en sus prácticas diarias. La presencia de docentes interesados o que ya han utilizado recursos digitales en sus clases permitió obtener datos más significativos sobre el impacto de las TIC en la enseñanza de las matemáticas y cómo estas herramientas pueden facilitar el aprendizaje de los estudiantes (Cobo & Moravec, 2013).

La muestra seleccionada fue intencional, un enfoque común en investigaciones cualitativas, ya que se escogieron participantes con características específicas que son clave para el estudio. De acuerdo con Hernández-Sampieri et al. (2014), la muestra intencional permitió seleccionar a los participantes más adecuados para el análisis profundo de un fenómeno particular, lo cual es esencial en este caso, dado que el objetivo principal fue comprender cómo los docentes de matemáticas integran las TIC en su enseñanza. Este tipo de

muestra permitió un enfoque detallado y una comprensión exhaustiva del fenómeno investigado, ya que cada docente seleccionado aportó una visión única sobre el uso de las TIC en su práctica pedagógica.

En total, se contó con la participación de cinco docentes de cuarto grado. Esta cantidad es suficiente para obtener una diversidad de perspectivas, pero también permite un análisis profundo de las prácticas pedagógicas de cada uno de los docentes seleccionados. Según Stake (2005), la elección de un número reducido de participantes permitió un análisis más profundo, facilitando captar la complejidad de las experiencias individuales en el contexto educativo. Si bien la muestra no es grande, el enfoque cualitativo permitió que cada docente seleccionado aportara una perspectiva significativa y detallada sobre su uso de las TIC. Además, los docentes seleccionados fueron observados mientras imparten sus clases de matemáticas, lo que proporciona una visión detallada de cómo emplean las TIC en sus estrategias pedagógicas. La observación directa de las clases es una técnica clave para entender cómo los docentes integran las TIC en su enseñanza, qué herramientas digitales utilizan y cómo estas impactan el aprendizaje de los estudiantes.

Es fundamental garantizar la confidencialidad de los participantes durante todo el proceso de investigación. Los datos recolectados se manejaron con el mayor cuidado, y se aseguró que toda la información personal se mantenga anónima. Para esto, se les proporcionó a los docentes un consentimiento informado, en el cual se explicó de manera detallada el propósito del estudio, las técnicas que se utilizaron, y cómo se manejarán sus datos. De esta forma, se garantizó que los docentes participaran en el estudio de manera consciente y sin presiones, respetando siempre sus derechos y la ética investigativa.

Procedimiento de análisis de datos

El proceso analítico realizado en este estudio se centró en la organización y comprensión de los datos cualitativos obtenidos a través de diversas técnicas de recolección, como la observación sistemática no participante, las entrevistas semiestructuradas y el análisis documental. De acuerdo con Flick (2018), el análisis de datos cualitativos debe ser un proceso reflexivo, iterativo y flexible, que permita identificar patrones y significados clave, proporcionando así una comprensión profunda del fenómeno investigado. En este caso, el fenómeno se refiere a la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza de las matemáticas, bajo el marco del modelo TPACK.

En los planes de área revisados, las referencias al uso de herramientas tecnológicas fueron consideradas unidades de análisis y sometidas al proceso de codificación, con el propósito de identificar patrones de integración de las TIC en la planificación docente. Para decidir qué constituía un código, se consideraron las unidades de análisis como comportamientos, acciones o decisiones pedagógicas específicas relacionadas con el uso de las TIC. En este caso, un comportamiento como la mención explícita del uso de plataformas interactivas, como GeoGebra para enseñar álgebra, fue codificado bajo la categoría TCK (Conocimiento Tecnológico del Contenido), mientras que la acción de usar tecnologías para enriquecer la metodología pedagógica fue codificada como TPK (Conocimiento Pedagógico Tecnológico). Esta decisión de codificación se basó en la identificación de elementos que representaban la interacción directa entre la tecnología, el contenido y la pedagogía, siguiendo el marco conceptual del modelo TPACK.

Para organizar el análisis de los datos, se emplearon categorías a priori derivadas del modelo TPACK, que sirvieron como un marco deductivo para la codificación inicial. Las categorías a priori incluyeron el Conocimiento Tecnológico (TK), el Conocimiento Pedagógico (PK), el Conocimiento del Contenido (CK), y las intersecciones TPK y TCK.

Estas categorías se utilizaron para identificar cómo los docentes integraban las TIC en sus estrategias pedagógicas y cómo estas herramientas influían en la enseñanza de las matemáticas. No obstante, junto con estas categorías deductivas, surgieron categorías emergentes que no fueron anticipadas en el marco conceptual inicial. Entre ellas, se encontraron temas como las limitaciones de infraestructura tecnológica, las adaptaciones improvisadas por parte de los docentes, la dependencia de los recursos digitales y la coherencia pedagógica en el uso de las TIC. Estas categorías emergentes enriquecieron el análisis, pues permitieron observar cómo los docentes enfrentan dificultades reales en la implementación de las TIC, como lo señalan González Pérez y De Pablos Pons (2015) y Zhao et al. (2002), las condiciones contextuales desempeñan un papel decisivo en la efectividad de la integración tecnológica, ya que su implementación no depende únicamente de la disponibilidad de recursos, sino también de factores organizacionales, culturales y pedagógicos presentes en cada institución.

El proceso de validación de los códigos y categorías se llevó a cabo mediante un enfoque de doble codificación y triangulación interna. En la doble codificación, dos investigadores independientes codificaron una muestra representativa de los datos. Este procedimiento permitió verificar la consistencia de los códigos y asegurar la fiabilidad de la interpretación de los datos. Cualquier discrepancia entre los codificadores fue discutida y resuelta a través de un proceso de consenso, siguiendo las recomendaciones de Flick (2018) sobre la importancia de la coherencia en los análisis cualitativos. Además, se implementó la triangulación interna, comparando los datos obtenidos a través de las tres fuentes principales de información: observaciones, entrevistas y documentos. Este proceso fue fundamental para aumentar la validez de los resultados, ya que permitió contrastar los datos desde diferentes perspectivas y fuentes, asegurando una comprensión más completa y menos sesgada del fenómeno investigado, como lo sugieren Denzin (1978) y Guba y Lincoln (2005).

Para organizar y analizar los datos, se utilizaron herramientas como Microsoft Excel y NVivo. Excel facilitó la organización de los datos en hojas de cálculo, lo que permitió una codificación inicial eficiente y la identificación de patrones recurrentes. Aunque Excel no fue el único medio utilizado, su capacidad para manejar grandes volúmenes de datos de manera estructurada fue crucial en las primeras etapas del análisis. Además, se empleó NVivo para profundizar en el análisis cualitativo, especialmente en la categorización y la triangulación. Esta herramienta permitió una organización más detallada de los datos y facilitó la identificación de relaciones complejas entre las categorías TPK, TCK y las emergentes. Según Bazeley (2013), NVivo es una herramienta eficaz para el análisis cualitativo, ya que permite gestionar y organizar grandes cantidades de datos cualitativos de manera coherente.

Consideraciones éticas

El estudio se desarrolló bajo principios éticos orientados a salvaguardar la dignidad, los derechos y la autonomía de los docentes participantes, en coherencia con lineamientos éticos de la investigación educativa y con las políticas institucionales de la UNAD, así como con referentes de ética en investigación (APA, 2020). En todo el proceso se priorizó un trato respetuoso y justo, procurando que la participación se realizara de manera voluntaria, informada y sin presiones.

En este sentido, se obtuvo el consentimiento informado por escrito de cada participante, en el cual se explicó el propósito del estudio, las técnicas de recolección de información (observación, entrevistas y análisis documental), el uso académico de los datos y la posibilidad de retirarse en cualquier momento sin consecuencias. Asimismo, se garantizó la confidencialidad y el anonimato mediante el uso de códigos o seudónimos para referirse a los docentes y la supresión de datos que pudieran permitir su identificación, tanto en los registros

como en la presentación de resultados. La información recolectada fue almacenada de forma segura y se utilizó exclusivamente con fines académicos y de investigación, evitando su circulación fuera del alcance definido para el estudio.

Por la naturaleza del diseño cualitativo en un contexto educativo y por los procedimientos empleados, esta investigación se considera de riesgo mínimo, dado que no implicó intervenciones que expusieran a los participantes a daño físico o psicológico, ni abordó aspectos sensibles de su vida privada; se centró en prácticas pedagógicas y en el uso de TIC en el aula, resguardando siempre la privacidad y el manejo responsable de la información. Finalmente, se contó con autorización institucional para la realización del estudio en la Institución Educativa Distrital El Líbano, en términos declarativos y formales, como respaldo para el acceso al campo y el desarrollo de las actividades previstas.

En conjunto, estas consideraciones éticas orientaron el proceso investigativo, asegurando que la recolección y el análisis de la información se realizaran con integridad, respeto por los participantes, protección de su identidad y uso académico responsable de los datos, en coherencia con los propósitos formativos y científicos de la investigación.

Con los procedimientos descritos para la recolección y análisis de la información, el estudio dispuso de insumos suficientes para interpretar la integración pedagógica de las TIC desde las dimensiones del modelo TPACK. En el siguiente capítulo se presenta el análisis e interpretación de los resultados, organizados a partir de las categorías deductivas y emergentes construidas durante el proceso analítico.

Análisis e Interpretación de los Resultados

Este capítulo tiene como objetivo presentar el análisis e interpretación de los resultados obtenidos durante la investigación, específicamente en lo que respecta a la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en las estrategias pedagógicas utilizadas por los docentes en el contexto de la enseñanza de las matemáticas. A través de un análisis cualitativo e interpretativo, se exploran los factores que configuran la apropiación pedagógica de las TIC, utilizando el marco teórico del modelo TPACK como eje central. En este sentido, se abordan tanto las categorías deductivas derivadas del modelo TPACK, como las categorías emergentes que surgen del análisis contextual, con el objetivo de comprender las articulaciones, tensiones y condiciones que afectan la integración tecnológica en la enseñanza.

Organización del análisis y criterios interpretativos

Este capítulo se organiza con el propósito de responder a la pregunta de investigación y los objetivos específicos planteados en el estudio, mediante un análisis cualitativo interpretativo basado en el modelo TPACK (Mishra & Koehler, 2006). La configuración de la apropiación pedagógica de las TIC se entiende como un proceso complejo que involucra un conjunto de decisiones, articulaciones y condiciones que estructuran la manera en que los docentes integran la tecnología en sus prácticas pedagógicas. Esta integración no se limita únicamente al uso técnico de herramientas digitales (TK), sino que abarca cómo estas herramientas se incorporan de manera coherente o fragmentada con el conocimiento pedagógico (PK) y el conocimiento del contenido disciplinar (CK), a la luz del enfoque TPACK. El análisis se organiza en dos categorías: las deductivas, que provienen directamente del marco teórico del modelo TPACK (TK, PK, CK, TPK, TCK), y las emergentes, que surgen de los datos obtenidos durante el proceso de investigación (infraestructura, formación docente, tensiones entre el currículo y la tecnología, y adaptaciones pedagógicas, entre otras).

Para garantizar una interpretación robusta y válida, el análisis se basa en la triangulación de tres fuentes de datos: la observación sistemática de las prácticas docentes en el aula, las entrevistas realizadas a los docentes sobre sus percepciones y justificaciones, y los documentos institucionales que contienen los planes de clase y las intenciones pedagógicas de los docentes. Esta triangulación es fundamental para el análisis, ya que permite contrastar las distintas perspectivas y obtener una interpretación más completa y matizada de las prácticas observadas. Además, el análisis utilizará citas breves de las entrevistas, identificadas como "Docente 1", "Docente 2", etc., y las interpretaciones derivadas de las observaciones y documentos, todas vinculadas explícitamente al modelo TPACK.

El análisis de las prácticas docentes se enfoca en cómo el conocimiento tecnológico (TK) se articula con el conocimiento pedagógico (PK) y el conocimiento del contenido (CK). En este sentido, no se evaluará exclusivamente el nivel de competencia tecnológica de los docentes, sino cómo este conocimiento se integra con las otras dimensiones del TPACK para transformar las estrategias pedagógicas. De acuerdo con Koehler, Mishra y Cain (2013), la integración de las TIC debe ir más allá del uso instrumental de las herramientas, y en este estudio se identificarán tres niveles de integración: uso instrumental (TK aislado), integración parcial (TPK o TCK por separado) e integración coherente (TPK + TCK articulados con CK y PK). Este enfoque permitirá interpretar las prácticas docentes no solo en términos de qué tecnologías se utilizan, sino también en cómo se integran con el contenido matemático y las decisiones pedagógicas, considerando las condiciones contextuales y los retos presentes en el entorno educativo.

Caracterización del nivel de apropiación TPACK en las prácticas docentes

En esta sección se caracterizan los niveles de apropiación de las TIC en las prácticas pedagógicas de los docentes de matemáticas, utilizando el modelo TPACK como marco interpretativo. A través de un análisis detallado de las dimensiones del TPACK —

Conocimiento Tecnológico (TK), Conocimiento Pedagógico (PK) y Conocimiento del Contenido (CK) — se busca comprender cómo los docentes integran las tecnologías digitales en sus estrategias didácticas y cómo estas herramientas se articulan con el conocimiento pedagógico y disciplinar. Este análisis no solo se enfoca en el uso técnico de las herramientas, sino en cómo las TIC se emplean de manera reflexiva para transformar la enseñanza y el aprendizaje, permitiendo una integración coherente entre las tres dimensiones del TPACK. Además, se tendrá en cuenta el contexto en el que se desarrolla la práctica docente, considerando factores como la infraestructura disponible, la formación docente y las políticas institucionales, que inciden en la capacidad de los docentes para integrar eficazmente la tecnología en su enseñanza de las matemáticas.

Conocimiento Tecnológico (TK): dominio y uso de herramientas

En esta sección se analiza el Conocimiento Tecnológico (TK) de los docentes, entendido como la capacidad para utilizar y manejar diversas herramientas digitales en el aula. El TK, según el modelo TPACK, se refiere a la habilidad que tiene el docente para integrar tecnologías en su práctica pedagógica, sin necesariamente vincularlo aún con la dimensión pedagógica o de contenido (Mishra & Koehler, 2006). En este análisis se abordará el nivel de dominio que tienen los docentes sobre las herramientas tecnológicas, las tecnologías que realmente emplean en sus clases, la frecuencia y finalidad de su uso, y cómo estas herramientas contribuyen al desarrollo de su práctica pedagógica. Se evita entrar en la evaluación de la integración pedagógica, ya que esta se desarrollará en secciones posteriores, centrandó el análisis exclusivamente en el uso de las tecnologías y el dominio técnico de los docentes. En este sentido, el TK se analiza aquí en su dimensión instrumental y operativa, es decir, como conocimiento sobre el funcionamiento y uso técnico de herramientas digitales, sin evaluar aún su calidad pedagógica.

A partir de las entrevistas, observaciones y documentos analizados, se identificaron varias herramientas tecnológicas utilizadas por los docentes. Entre las más frecuentes se encuentran GeoGebra, Desmos, PowerPoint, Videos de YouTube, y WhatsApp, además de las plataformas institucionales y los proyectores. Sin embargo, no se puede entender este uso simplemente como una lista de herramientas, sino que es necesario profundizar en el contexto de cómo se utilizan realmente en las clases. Por ejemplo, en las entrevistas, un docente señaló: “Utilizo GeoGebra para mostrar representaciones gráficas de funciones, pero no siempre tengo tiempo para que los estudiantes interactúen con la herramienta.” (Docente 1). Esta cita revela un uso ocasional de la herramienta, en el que, aunque está presente, no se utiliza de manera continua ni profunda. En términos de frecuencia, se observa que las herramientas como PowerPoint y YouTube son usadas con mayor regularidad, principalmente para complementar las explicaciones y proporcionar ejemplos visuales. Sin embargo, el uso de plataformas interactivas como GeoGebra o Desmos se limita a momentos específicos de la clase, lo que sugiere un uso básico y superficial, sin una integración más dinámica que permita a los estudiantes interactuar de manera activa con el contenido. Esta apreciación no solo se deriva de las entrevistas, sino que fue confirmada en las observaciones sistemáticas, donde el uso de GeoGebra y Desmos se limitó en varios casos a la proyección de representaciones previamente configuradas por el docente, sin que los estudiantes manipularan directamente los parámetros o exploraran variaciones del modelo. Asimismo, en los planes de clase revisados, la incorporación de estas herramientas aparece mencionada de manera general, sin detallar procedimientos técnicos específicos o actividades estructuradas de interacción digital.

En cuanto al nivel de dominio tecnológico de los docentes, se observa que, en general, los docentes se encuentran en un nivel intermedio en cuanto a su capacidad para utilizar herramientas tecnológicas. Esto significa que, aunque los docentes son capaces de manipular

y configurar herramientas, en muchos casos no logran adaptarlas completamente a sus necesidades pedagógicas ni utilizar sus funcionalidades más avanzadas. Un docente, por ejemplo, explicó que si bien utiliza videos de YouTube para ilustrar conceptos matemáticos, “siempre busco videos que ya están hechos, porque no tengo tiempo para hacer los míos.” (Docente 2). Este comentario refleja una actitud predominantemente operativa frente al uso de la tecnología, más centrada en reproducir materiales ya existentes que en generar contenidos adaptados o personalizados. Además, si bien los docentes resuelven problemas técnicos básicos como el manejo de proyector o la configuración de plataformas digitales, se observa que en situaciones más complejas, como la integración de plataformas interactivas, la respuesta es más limitada. Estos hallazgos permiten inferir que el dominio tecnológico identificado oscila entre un nivel básico-operativo y un nivel intermedio-funcional. En el nivel básico, la tecnología es utilizada principalmente para reproducir contenidos o proyectar información. En el nivel intermedio, se observa cierta manipulación de herramientas y ajustes mínimos en función de la clase. Sin embargo, no se evidencian de manera consistente prácticas asociadas a un dominio avanzado, como la creación de recursos digitales propios, la adaptación flexible ante imprevistos técnicos o la integración sistemática de plataformas interactivas en la dinámica de la sesión.

Un aspecto clave en este análisis es la coherencia entre el discurso y la práctica. En las entrevistas, los docentes mencionan frecuentemente el uso de tecnologías como GeoGebra o Desmos, pero en las observaciones se evidenció que no siempre las utilizan con la frecuencia que mencionan. Esto muestra una discrepancia entre lo que los docentes afirman que usan y lo que realmente implementan en el aula. Este punto es crucial para entender las tensiones entre la planeación y la ejecución de las actividades, lo cual podría indicar una falta de planificación adecuada o la influencia de factores externos como la falta de tiempo o la presión curricular. Esta discrepancia sugiere que el TK puede estar más consolidado en el

plano declarativo que en la implementación sistemática. Es decir, los docentes reconocen la importancia de las herramientas digitales y manifiestan intención de uso, pero su integración efectiva se ve condicionada por variables contextuales y organizativas. Esta tensión entre intención y ejecución constituye un elemento relevante para comprender los límites reales del conocimiento tecnológico en la práctica cotidiana.

Desde el modelo TPACK, el análisis revela que el TK de los docentes no se mantiene aislado, pero tampoco se articula de manera plena con el Conocimiento Pedagógico (PK) o el Conocimiento del Contenido (CK). Aunque los docentes hacen un uso instrumental de las tecnologías, especialmente en herramientas como PowerPoint y YouTube, no se observa de manera sistemática una articulación estructurada con decisiones pedagógicas explícitas ni con transformaciones sustantivas del tratamiento del contenido matemático. En este sentido, el TK identificado funciona principalmente como recurso de apoyo o complemento visual, más que como elemento estructurante de la experiencia de aprendizaje. Desde la lógica del modelo TPACK, esto indica que el conocimiento tecnológico, aunque presente, aún no alcanza una integración estratégica que modifique de manera significativa la configuración didáctica de la clase.

En síntesis, el análisis del Conocimiento Tecnológico (TK) revela un dominio predominantemente operativo e intermedio, caracterizado por el uso frecuente de herramientas digitales, aunque con una implementación limitada en términos de flexibilidad y adaptación contextual. La tecnología cumple una función de apoyo visual y organizativo, pero aún no se consolida como recurso transformador de la práctica. Este nivel de desarrollo del TK incide directamente en la forma como se configura la apropiación pedagógica de las TIC, ya que constituye la base sobre la cual pueden o no, articularse decisiones pedagógicas y disciplinarias más complejas. Este resultado orienta el análisis hacia la dimensión del

Conocimiento Pedagógico (PK), en la cual se examinará cómo las decisiones didácticas estructuran o restringen el potencial tecnológico identificado.

Conocimiento Pedagógico (PK): Decisiones Didácticas y Gestión de Aula

En esta sección se analiza el Conocimiento Pedagógico (PK) de los docentes, que se refiere a las estrategias didácticas empleadas para estructurar y gestionar la enseñanza en el aula. El PK permite comprender cómo los docentes diseñan sus clases, cómo estructuran el contenido, y cómo gestionan la interacción con los estudiantes para facilitar el aprendizaje. A través de este análisis, se busca identificar patrones en las decisiones pedagógicas, considerando las intenciones y estrategias implementadas por los docentes para favorecer el aprendizaje de los estudiantes. En el marco del modelo TPACK, el PK se conecta estrechamente con el uso de la tecnología (TK), pero en esta sección el foco está exclusivamente en las decisiones pedagógicas, sin incluir aún la integración tecnológica, que se abordará en secciones posteriores. En este sentido, el PK se examina aquí como el conjunto de decisiones didácticas que estructuran la experiencia de aprendizaje, incluyendo la organización de la secuencia, el tipo de interacción promovida, la naturaleza de las tareas y las formas de retroalimentación implementadas, independientemente de la mediación tecnológica

En cuanto a las estrategias didácticas predominantes, el análisis de las observaciones y entrevistas revela que, en general, predomina una explicación magistral como estrategia principal, seguida de ejercicios individuales. Esto sugiere un enfoque pedagógico tradicional centrado en la transmisión de procedimientos, donde el docente toma el rol principal en la clase. La observación sistemática permitió confirmar que esta estructura se repite de manera consistente en la mayoría de las sesiones analizadas, evidenciando una secuencia didáctica relativamente estable: explicación inicial, ejemplificación guiada y práctica individual. Este patrón sugiere una configuración pedagógica centrada en la transmisión de procedimientos

más que en la construcción dialogada del conocimiento matemático. Como mencionó un docente: “Primero explico el procedimiento y luego los estudiantes lo practican individualmente para asegurarse de que comprendan bien” (Docente 1). Esta cita refleja la estructura de las clases, en las que el docente se concentra en el acto de enseñar de manera frontal, mientras los estudiantes realizan actividades de práctica de manera autónoma. Sin embargo, también se observó la presencia de trabajo colaborativo en algunas clases, especialmente en actividades de resolución de problemas, donde los estudiantes discutían en pequeños grupos sobre los procedimientos matemáticos. No obstante, este trabajo colaborativo no es la estrategia dominante, ya que se utiliza de manera ocasional y no sistemática. En los casos donde se observó trabajo colaborativo, este tendió a organizarse como instancia complementaria posterior a la explicación magistral, más que como estrategia estructurante del proceso de aprendizaje. Esto indica que, aunque existen intentos de diversificar la dinámica del aula, el modelo pedagógico dominante continúa siendo directivo y centrado en el docente.

En términos de evaluación, se observó que la mayoría de las veces la retroalimentación era correctiva y enfocada en señalar errores, pero rara vez se promovía una evaluación formativa que permitiera a los estudiantes reflexionar sobre su aprendizaje. La predominancia de retroalimentación correctiva, enfocada en señalar errores procedimentales, evidencia una orientación evaluativa centrada en el resultado más que en el proceso. No se observaron de manera sistemática instancias de metacognición, discusión de estrategias alternativas o análisis de errores como oportunidades de aprendizaje conceptual. Esta característica incide directamente en la profundidad del aprendizaje matemático promovido en el aula.

En cuanto al nivel de coherencia pedagógica, el análisis mostró que las actividades suelen tener un propósito claro, pero a veces carecen de una secuencia didáctica organizada

que permita una progresión natural del aprendizaje. La conexión con conocimientos previos es variable, ya que en algunos casos los docentes comienzan las clases revisando conceptos anteriores, mientras que en otros casos, esta conexión no se realiza de manera explícita. Además, en la mayoría de las clases observadas, la enseñanza se centraba en la repetición de procedimientos, sin promover un razonamiento profundo o un enfoque conceptual que permita a los estudiantes comprender los fundamentos matemáticos subyacentes. Esto sugiere que, si bien hay un esfuerzo por enseñar de manera estructurada, la dinámica del aula tiende a ser más procedimental que conceptual. Esta orientación procedimental se traduce en una menor exploración de los significados matemáticos subyacentes, limitando oportunidades para el razonamiento, la argumentación y la construcción de conexiones entre representaciones. Desde una perspectiva didáctica, ello sugiere que el PK, aunque estructurado, se encuentra más alineado con enfoques tradicionales de enseñanza que con modelos centrados en la comprensión profunda del contenido.

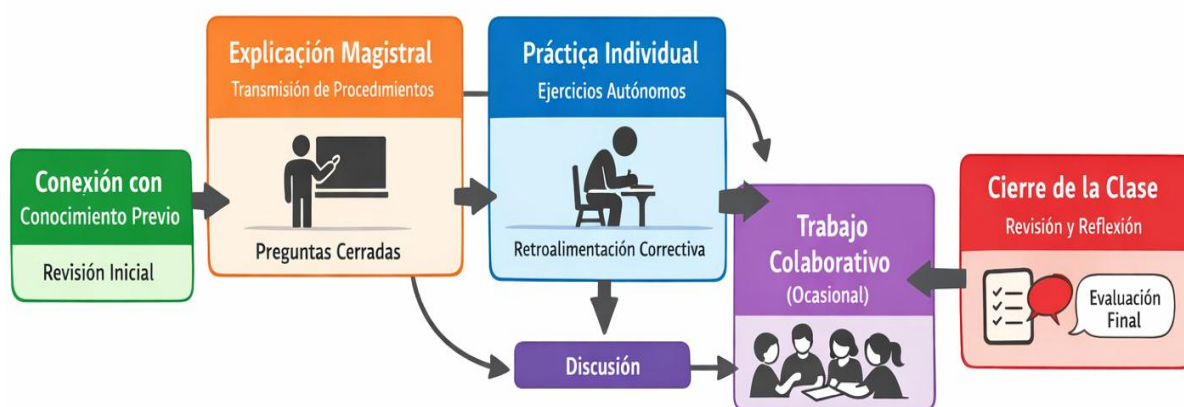
En términos de gestión de aula e interacción, el análisis mostró que los docentes tienden a hacer preguntas cerradas, principalmente para verificar la comprensión de los estudiantes sobre los procedimientos. El diálogo matemático entre el docente y los estudiantes es limitado, y en general, la participación de los estudiantes se reduce a responder preguntas o realizar ejercicios de manera individual. El tipo de preguntas predominante fue de carácter cerrado y orientado a la verificación de respuestas correctas, lo cual restringe el desarrollo de argumentación matemática o discusión conceptual. No se observaron con frecuencia preguntas abiertas que promovieran exploración de estrategias diversas o justificación de procedimientos, lo que sugiere una interacción predominantemente evaluativa más que dialógica.

A continuación, se presenta un esquema de la secuencia didáctica predominante observada en las clases, que refleja la estructura pedagógica utilizada por los docentes. Este

diagrama ilustra las etapas clave de la clase, desde la conexión con el conocimiento previo hasta el cierre final, mostrando cómo las decisiones pedagógicas se desarrollan principalmente a través de una explicación magistral seguida de práctica individual, con momentos de trabajo colaborativo de manera ocasional. La Figura 4 destaca las estrategias y la retroalimentación correctiva utilizada a lo largo del proceso, visualizando la estructura tradicional que predomina en las prácticas observadas.

Figura 4.

Esquema de la secuencia didáctica en las clases de matemáticas.



Desde la perspectiva del modelo TPACK, el análisis revela que el PK de los docentes es sólido en términos de conocimiento pedagógico tradicional, pero estructuralmente independiente de la mediación tecnológica. El PK identificado muestra consistencia interna en términos de organización de la clase y control de la dinámica, pero su configuración no evidencia aún una transformación metodológica que incorpore la tecnología como elemento constitutivo de la estrategia didáctica. Esto resulta relevante para comprender posteriormente los niveles de articulación entre TK, PK y CK.

En síntesis, el análisis del Conocimiento Pedagógico (PK) muestra una estructura didáctica coherente y estable, predominantemente centrada en la explicación magistral y la

práctica individual, con presencia ocasional de trabajo colaborativo. Si bien estas decisiones evidencian dominio pedagógico tradicional, su orientación principalmente procedimental y la limitada promoción de diálogo conceptual restringen el potencial transformador de la enseñanza. Esta configuración del PK constituye un elemento central para comprender cómo se articula, o se mantiene separada, la dimensión pedagógica respecto de la tecnológica y disciplinar, aspecto que será profundizado en las siguientes subsecciones.

Conocimiento del Contenido (CK): Tratamiento del Contenido Matemático

En esta sección se analiza el Conocimiento del Contenido (CK) de los docentes, que se refiere a la capacidad para enseñar el contenido matemático de manera clara y coherente. El CK en el contexto del modelo TPACK implica no solo el dominio conceptual de los temas matemáticos, sino también la capacidad para presentar los conceptos de forma que los estudiantes puedan comprender y aplicar las ideas de manera significativa. En este análisis, se examinan los temas abordados por los docentes, la profundidad con la que se trata el contenido y el uso de representaciones matemáticas. Además, se evalúa la capacidad de los docentes para anticipar errores comunes y dar retroalimentación que promueva la comprensión conceptual, lo que es clave para el tratamiento del contenido desde una perspectiva disciplinar, sin entrar aún en el uso de la tecnología. En el caso de la enseñanza de las matemáticas, el CK no solo implica conocer los procedimientos correctos, sino comprender la estructura conceptual de los contenidos, las conexiones entre representaciones y los posibles obstáculos epistemológicos que enfrentan los estudiantes. Por ello, el análisis no se limita a identificar qué temas se enseñan, sino cómo se conceptualizan y qué nivel de profundidad disciplinar se evidencia en su tratamiento.

Durante la intervención, los docentes trabajaron principalmente con fracciones, operaciones básicas (como sumas, restas, multiplicaciones y divisiones) y geometría (enfocándose en áreas y perímetros). Estos temas aparecen con mayor frecuencia en los

planes de clase y son mencionados por los docentes en las entrevistas. En las observaciones, se notó que los docentes frecuentemente abordaban estos temas de manera secuencial, siguiendo una estructura definida que generalmente comenzaba con una explicación teórica y terminaba con ejercicios prácticos. Aunque los docentes mencionaron algunos temas adicionales como medidas, la mayor parte de las clases se centraron en estos tres bloques temáticos. Es importante señalar que, aunque estos temas fueron abordados, el tratamiento del contenido no siempre profundizó en las conexiones entre los distintos conceptos, limitándose en muchos casos a la aplicación de procedimientos sin un análisis más profundo de los significados subyacentes. La revisión de los planes de clase confirmó esta orientación, evidenciando que los objetivos de aprendizaje se formulan principalmente en términos operativos (“resolver”, “calcular”, “aplicar”), con menor presencia de verbos asociados a comprensión conceptual (“explicar”, “justificar”, “argumentar”). Esta formulación curricular refuerza una tendencia procedimental en el tratamiento del contenido.

Figura 5.

Ejemplo de la planificación docente.

GUIA DIDÁCTICA DE APRENDIZAJE MATEMÁTICA N.º 3

NOMBRES Y APELLIDOS: JHONY ANTONIO BROCHERO SALAS. **PERIODO:** 1 **AÑO:** 2026 **GRADO:** 5º
FECHA DE INICIO: _____ **FECHA DE FINALIZACIÓN:** _____

Tema: Números fraccionarios.

Objetivo de Aprendizaje: * Identificar qué es una fracción y sus partes (numerador y denominador).
 * Comprender el significado de fracciones como parte de un todo.
 * Fomentar la habilidad de resolver problemas matemáticos que involucren los números fraccionarios mediante la interpretación y el análisis de situaciones cotidianas.

➤ **Exploración de saberes previos:**

➤ Se inicia la clase con una pregunta motivadora con la siguiente pregunta:
 ¿Alguna vez has compartido una pizza o una barra de chocolate con amigos?
 Mostrar una imagen de una pizza dividida en partes iguales y preguntar:
 ➤ ¿Cuántas partes hay en total? ¿Cuántas partes te comiste?
 Explica que cada pedazo es una fracción de la pizza entera.

● Se le presenta a los estudiantes una lectura las fracciones con la finalidad de activar los aprendizajes, en donde luego deben responder una serie de preguntas sobre el cuento.

Leer el siguiente cuento: El pastel de la abuela
 Un día, la abuela Rosa preparó un delicioso pastel para sus tres nietos: Camila, Luis y Pedro.
 —Este pastel es para compartir—dijo la abuela con una sonrisa—. Pero ¿cómo lo dividimos para que todos tengan la misma parte? Camila pensó y dijo:
 —Si somos tres, podemos partir el pastel en 3 partes iguales. La abuela cortó el pastel y le dio a cada niño $\frac{1}{3}$. Luis, que tenía mucha hambre, preguntó:
 —¿Y si yo quiero dos pedazos? Camila respondió:
 —Entonces te comerías $\frac{2}{3}$ del pastel, pero dejarías solo $\frac{1}{3}$ para Pedro. ¡Eso no sería justo! Todos rieron y disfrutaron su parte, aprendiendo que las fracciones ayudan a compartir de manera justa.

Responder las siguientes preguntas de acuerdo con el texto anterior:

1 ¿En cuántas partes se dividió el pastel?

En términos de nivel de profundidad conceptual, el análisis muestra que el enfoque principal de los docentes fue procedimental, es decir, se dio mayor énfasis a la aplicación de

fórmulas y procedimientos matemáticos en lugar de a la comprensión de los conceptos subyacentes. Como ejemplificó un docente: “Primero les enseño cómo aplicar la fórmula, y después les pido que la usen para resolver ejercicios” (Docente 3). Esta cita refleja una tendencia a centrarse en la aplicación práctica de las operaciones matemáticas sin ahondar en las razones matemáticas detrás de los procedimientos. Esta orientación sugiere un tratamiento del contenido centrado en el “cómo hacer” más que en el “por qué funciona”, lo que puede limitar la construcción de significado matemático por parte de los estudiantes. En particular, no se observaron con frecuencia momentos dedicados a discutir propiedades, justificar relaciones entre conceptos o establecer conexiones entre distintos registros de representación (numérico, gráfico, simbólico).

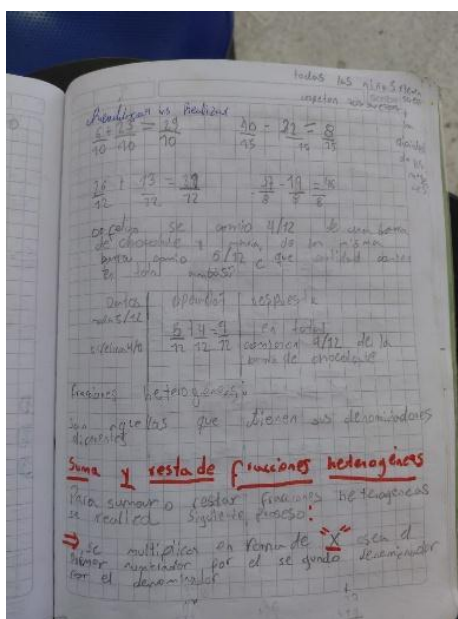
Esta orientación predominantemente procedimental se reflejó también en el uso de las representaciones durante las clases. En algunos casos se usaron representaciones gráficas y manipulativas para ilustrar los conceptos, estos enfoques fueron más limitados y no se utilizaron de manera coherente a lo largo de las clases. En cuanto a las representaciones, la mayoría de las veces se emplearon diagramas o gráficos en clases de geometría, y la simbología matemática fue utilizada principalmente para explicar operaciones, aunque no siempre se promovieron múltiples representaciones para facilitar la comprensión conceptual. La escasa utilización sistemática de múltiples representaciones limita la posibilidad de que los estudiantes establezcan conexiones entre formas diversas de expresar un mismo concepto matemático. Si bien se emplearon diagramas en geometría y simbología en operaciones aritméticas, no se evidenció una articulación intencional entre representaciones concretas, pictóricas y abstractas, lo que constituye un componente esencial del conocimiento disciplinar profundo.

Respecto al manejo de dificultades, se observó que los docentes eran capaces de identificar y abordar errores comunes de los estudiantes, como la confusión entre fracciones

equivalentes o el mal uso de las reglas de los signos en operaciones. Sin embargo, la retroalimentación proporcionada era generalmente correctiva, enfocándose en señalar los errores y ofrecer soluciones inmediatas, pero rara vez se profundizaba en el razonamiento conceptual detrás de los errores cometidos. En este sentido, aunque los docentes tenían la capacidad de corregir errores procedimentales, no siempre promovían una reflexión profunda sobre las causas de esos errores, lo que limita el desarrollo conceptual de los estudiantes. Aunque los docentes identifican con precisión errores frecuentes, como la equivalencia incorrecta de fracciones o la aplicación errónea de reglas operativas, la intervención tiende a centrarse en la corrección inmediata del procedimiento. No se observaron instancias sistemáticas donde el error fuera utilizado como punto de partida para explorar concepciones alternativas o para discutir la lógica matemática subyacente. Esto sugiere que el CK se manifiesta con claridad en el dominio procedimental, pero menos en la explotación didáctica de las dificultades conceptuales.

Figura 6.

Correcciones típicas de errores en el cuaderno de un estudiante.



Desde la perspectiva de TPACK, el análisis revela que el CK de los docentes es sólido en términos de dominio de los procedimientos matemáticos, pero presenta limitaciones en cuanto a la profundidad conceptual. Si bien los docentes manejan con certeza los contenidos matemáticos y las operaciones que deben enseñar, el tratamiento se centra más en la ejecución de procedimientos que en la comprensión profunda de los conceptos matemáticos. El CK evidencia solidez en el dominio de procedimientos y contenidos establecidos en el currículo, sin embargo, la profundidad conceptual observada no siempre alcanza niveles de problematización o conexión estructural entre ideas matemáticas. Desde la perspectiva del modelo TPACK, este tipo de CK puede considerarse consolidado en su dimensión operativa, pero con posibilidades de fortalecimiento en términos de articulación conceptual y transformación didáctica del contenido.

En síntesis, el análisis del Conocimiento del Contenido (CK) muestra que los docentes poseen un dominio adecuado de los contenidos curriculares trabajados, especialmente en fracciones, operaciones básicas y geometría. No obstante, el tratamiento del contenido se orienta predominantemente hacia la aplicación de procedimientos, con limitada exploración de conexiones conceptuales profundas y escasa utilización sistemática de múltiples representaciones. Esta configuración del CK resulta clave para comprender cómo se articula posteriormente con las dimensiones pedagógica y tecnológica, aspecto que será examinado en las siguientes subsecciones al abordar las intersecciones TPK y TCK.

Intersecciones TPK y TCK: Grado de Articulación

En esta sección se analiza la articulación entre las dimensiones del modelo TPACK, específicamente las intersecciones entre el Conocimiento Pedagógico Tecnológico (TPK) y el Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK), para comprender cómo la tecnología, la pedagogía y el contenido se integran en las prácticas docentes. A través del análisis de TPK y TCK se busca identificar no solo la presencia simultánea de tecnología, pedagogía y

contenido, sino el grado en que estas dimensiones se articulan estructuralmente en la práctica. Para efectos analíticos, se distingue entre incorporación instrumental (cuando la tecnología acompaña una estrategia ya existente) y articulación estructural (cuando la tecnología modifica la decisión pedagógica o el tratamiento del contenido). Esta distinción orienta la interpretación de los casos observados. A diferencia de las dimensiones analizadas previamente de manera aislada, esta subsección examina el grado en que la tecnología comienza a vincularse con decisiones pedagógicas (TPK) o con la representación del contenido matemático (TCK). No se trata aún de una integración plena del modelo TPACK, sino de identificar evidencias parciales de articulación entre dimensiones.

En el análisis de las observaciones, se identificaron dos casos representativos que muestran patrones de integración tecnológica en las estrategias docentes. En el primer caso, durante una clase de fracciones equivalentes, el docente utilizó GeoGebra para representar gráficamente cómo diferentes fracciones podían representar la misma cantidad. Esta herramienta se usó para facilitar la visualización de un concepto abstracto, permitiendo que los estudiantes observaran cambios dinámicos en las representaciones. El docente destacó que la herramienta "les ayuda a entender mejor porque lo ven gráficamente" (Docente 2), lo que refleja su intención de hacer más accesible el contenido. No obstante, el análisis detallado muestra que la herramienta funcionó principalmente como recurso ilustrativo controlado por el docente. Aunque la representación fue dinámica desde el punto de vista técnico, no se promovió una manipulación directa por parte de los estudiantes ni se formularon preguntas orientadas a explorar propiedades, relaciones o variaciones del concepto. En consecuencia, la tecnología amplió la representación visual, pero no transformó la estructura cognitiva de la actividad. Esto permite clasificar el TCK como parcial, ya que la herramienta facilitó la representación, pero no reconfiguró el tratamiento conceptual del contenido.

En términos de TCK (Tecnología + Contenido), se observó que en el caso de GeoGebra, la tecnología permitió representar el concepto de fracciones equivalentes de una manera visual y dinámica, lo que amplió las posibilidades conceptuales al permitir a los estudiantes visualizar las fracciones de una manera más concreta. No obstante, la actividad no favoreció la exploración activa de las fracciones ni la construcción conceptual del contenido, ya que los estudiantes solo observaron la representación sin interactuar con ella. Esto sugiere que, aunque la herramienta facilitó la representación gráfica del concepto, su uso no fue suficientemente interactivo ni transformador, lo que indica un TCK parcial. En el caso de PowerPoint, la tecnología simplemente digitalizó lo que tradicionalmente se hacía en el tablero, lo que no permitió una representación más rica ni una manipulación activa del contenido matemático. En el caso de PowerPoint, la tecnología digitalizó una práctica tradicional previamente existente, explicación frontal acompañada de ejemplos, sin ampliar las formas de representación ni generar nuevas posibilidades de exploración conceptual. La herramienta funcionó como soporte expositivo, pero no como medio de reconfiguración disciplinar. Por tanto, el TCK identificado se limita a una representación digital del contenido, sin evidencias de profundización conceptual mediada por tecnología.

En cuanto al TPK (Tecnología + Pedagogía), el análisis mostró que la tecnología no cambió significativamente la dinámica de la clase. En el caso de GeoGebra, aunque se utilizó como apoyo visual para la explicación, la estructura de la clase continuó siendo tradicional, centrada en la exposición frontal del docente, con los estudiantes realizando ejercicios de forma individual. La participación activa de los estudiantes fue limitada, ya que la herramienta no facilitó una interacción profunda con el contenido. De manera similar, en el caso de PowerPoint, la tecnología se utilizó como un medio para ilustrar ejemplos, pero no promovió un aprendizaje activo ni alteró la dinámica de enseñanza. En ambos casos, la tecnología operó como recurso instrumental, es decir, como herramienta de apoyo visual

integrada dentro de una secuencia pedagógica previamente definida. La estructura de la clase, exposición, ejemplificación y práctica individual, se mantuvo inalterada. No se observaron cambios en el tipo de interacción, en la formulación de tareas ni en la participación estudiantil derivados del uso tecnológico. Esto indica que la articulación entre tecnología y pedagogía fue incipiente, ya que la herramienta no modificó la lógica metodológica de la enseñanza.

En cuanto al nivel de articulación, se observa que en ambos casos el nivel de articulación observado puede caracterizarse como fragmentado, en el sentido de que la tecnología, la pedagogía y el contenido aparecen presentes en la misma sesión de clase, pero no interdependientes estructuralmente. La presencia de herramientas digitales no condicionó las decisiones pedagógicas ni transformó el tratamiento disciplinar del contenido. Predomina una coexistencia de dimensiones más que una integración sistémica. Esta fragmentación explica por qué el impacto transformador de la tecnología resulta limitado.

La evidencia triangulada apoya esta interpretación. Durante la clase sobre fracciones equivalentes, el uso de GeoGebra permitió representar gráficamente cómo diferentes fracciones podían representar la misma cantidad, pero no se promovió una exploración activa de los conceptos. En la entrevista, el docente mencionó: “Con esta herramienta ellos entienden mejor porque lo ven gráficamente” (Docente 2). La comparación entre el discurso docente y la observación de aula evidencia una brecha entre intención y ejecución. Aunque el docente atribuye a la herramienta un efecto comprensivo, la dinámica observada mostró una participación predominantemente pasiva de los estudiantes. Esta discrepancia refuerza la interpretación de un TCK representacional pero no interactivo, así como de un TPK limitado en términos de transformación pedagógica.

Con el fin de sintetizar el patrón de integración identificado en el estudio, se elaboró una representación gráfica del modelo TPACK contextualizado al caso de la IED El Líbano.

Esta figura no reproduce el esquema teórico original, sino que representa el grado relativo de articulación entre las dimensiones TK, PK, CK, TPK y TCK según las evidencias empíricas analizadas.

Figura 7.

Articulación entre las dimensiones del modelo TPACK



La Figura 7 presenta una representación empírica del grado de articulación entre las dimensiones del modelo TPACK, construida a partir del análisis triangulado de entrevistas, observaciones de aula y revisión documental. Esta visualización no reproduce el esquema teórico ideal propuesto por Mishra y Koehler (2006), sino que traduce gráficamente la configuración real observada en la IED El Líbano. En ella se aprecia una relativa consolidación del Conocimiento Pedagógico (PK), evidenciada en la estabilidad de las estructuras didácticas, la secuenciación organizada de las clases y el dominio de estrategias tradicionales de enseñanza. Paralelamente, el Conocimiento del Contenido (CK) se manifiesta estructurado, aunque con un énfasis marcadamente procedimental, centrado en la aplicación de algoritmos y fórmulas más que en la profundización conceptual o en la articulación de múltiples representaciones matemáticas. El Conocimiento Tecnológico (TK), por su parte, aparece configurado en un nivel operativo, caracterizado por el uso funcional de herramientas digitales sin evidencia consistente de apropiación avanzada o diseño

tecnológico propio. La jerarquía visual de la figura no pretende establecer una medición cuantitativa exacta, sino reflejar cualitativamente el peso relativo que cada dimensión adquiere en la práctica docente observada.

En cuanto a las intersecciones, la representación muestra con claridad que tanto el TPK como el TCK se configuran de manera parcial. La zona TPK, reducida en proporción, indica que la incorporación de herramientas digitales no reconfigura sustancialmente la dinámica pedagógica predominante, la cual continúa centrada en la exposición magistral y la práctica individual. De igual manera, la intersección TCK evidencia que la tecnología amplía la visualización o ilustración del contenido matemático, pero no transforma su tratamiento disciplinar ni promueve exploraciones conceptuales profundas por parte de los estudiantes. El núcleo TPACK se representa como emergente, lo que sugiere que la articulación simultánea e integrada entre contenido, pedagogía y tecnología no alcanza un nivel estructural en las prácticas analizadas, sino que aparece en experiencias puntuales y no sistemáticas. Es importante señalar que la figura no incluye explícitamente la intersección CPK (Conocimiento Pedagógico del Contenido), dado que esta dimensión relativa a la articulación entre contenido y pedagogía sin mediación tecnológica fue analizada previamente en las secciones correspondientes a PK y CK. La exclusión gráfica del CPK responde a una decisión metodológica orientada a concentrar el análisis en aquellas intersecciones que permiten evaluar el grado de integración tecnológica, coherentemente con el foco central del estudio.

Desde esta perspectiva, la figura se convierte en una síntesis visual que dialoga directamente con la pregunta de investigación, la cual indaga cómo incide la apropiación pedagógica de las TIC, desde el enfoque del modelo TPACK, en las estrategias didácticas y en los procesos de aprendizaje de las matemáticas. La configuración observada sugiere que, si bien existen bases pedagógicas y disciplinares relativamente consolidadas, la integración

tecnológica se mantiene fragmentada y predominantemente instrumental, lo que limita su potencial transformador. Esta constatación no solo permite comprender el estado actual de las prácticas docentes, sino que también orienta el análisis hacia los factores que explican dicha configuración. En consecuencia, la sección siguiente (4.3) profundiza en las percepciones, barreras y oportunidades identificadas por los docentes, con el propósito de comprender las condiciones que inciden en esta articulación parcial y de proyectar orientaciones que favorezcan una integración más coherente y estructural del modelo TPACK en el contexto institucional.

Percepciones, Barreras y Oportunidades de Integración TIC

El análisis cualitativo de las entrevistas permitió identificar un conjunto de percepciones recurrentes que configuran la manera en que los docentes comprenden y utilizan las TIC en la enseñanza de las matemáticas. Estas percepciones fueron agrupadas en categorías emergentes a partir del proceso de codificación, identificándose principalmente: (a) valoración motivacional de las TIC, (b) concepción instrumental de la tecnología y (c) percepción de inseguridad técnica y pedagógica. Estas categorías no solo orientan decisiones prácticas, sino que inciden directamente en la forma en que se articulan, o se mantienen separadas las dimensiones del modelo TPACK. De acuerdo con Mishra y Koehler (2006), el modelo TPACK destaca que las creencias del docente sobre las TIC juegan un papel esencial en su integración pedagógica, ya que estas creencias afectan cómo los docentes manejan la intersección entre las dimensiones tecnológicas, pedagógicas y de contenido. En este sentido, las percepciones de los docentes sobre las TIC determinan cómo se configuran las prácticas pedagógicas y cómo estas tecnologías se incorporan en la enseñanza matemática, afectando la articulación entre las dimensiones de Conocimiento Tecnológico (TK), Conocimiento Pedagógico (PK) y Conocimiento del Contenido (CK).

Uno de los aspectos más relevantes en las entrevistas fue la valoración positiva que los docentes tienen respecto a las TIC. En su mayoría, los docentes reconocen son herramientas que motivan a los estudiantes y que facilitan la comprensión de los conceptos, en particular cuando se presentan contenidos complejos o abstractos, como las fracciones o conceptos de geometría. Tal como expresó un docente: “Las TIC son una herramienta que les permite a los estudiantes visualizar mejor los conceptos... les motiva ver las matemáticas de una forma diferente” (Docente 1). Este testimonio refleja una percepción común entre los docentes, quienes consideran que las TIC tienen un valor motivacional y facilitador en el aula. No obstante, estas percepciones también se limitan en muchos casos a una visión instrumental (TK), es decir, que se ven como herramientas adicionales que mejoran el acceso y la visualización de los contenidos, pero no como un cambio transformador en la pedagogía ni en la dinámica de enseñanza. Esta percepción ubica a las TIC principalmente como recurso motivacional y facilitador visual. No obstante, el análisis comparado con las observaciones de aula muestra que la motivación generada no siempre se traduce en una modificación sustantiva de la estructura pedagógica. Es decir, aunque los docentes atribuyen a la tecnología un efecto positivo en el interés estudiantil, dicho efecto no necesariamente implica una transformación en la construcción conceptual del contenido.

El uso de las TIC por parte de los docentes, en muchas ocasiones, sigue estando enfocado en su carácter complementario. Aunque algunos docentes reconocen que las TIC pueden transformar la enseñanza, esta concepción no se ha materializado de forma plena. Un docente lo expresó de manera clara: “Las TIC son útiles, pero no cambian la forma en que enseño, solo hago lo mismo de una manera más moderna” (Docente 2). Esta afirmación evidencia una concepción de la tecnología como medio de actualización formal más que como recurso de reconfiguración metodológica. Desde la perspectiva del modelo TPACK, esta postura corresponde a una fase de integración inicial, donde el TK se incorpora como

extensión de prácticas tradicionales, pero aún no genera una rearticulación entre pedagogía y contenido. La tecnología digitaliza la práctica, pero no la transforma estructuralmente. Según Koehler y Mishra (2009), este tipo de integración es común en etapas iniciales de apropiación tecnológica, donde los docentes tienden a usar la tecnología principalmente como un medio para digitalizar lo que ya hacían con métodos tradicionales, sin explorar nuevas oportunidades pedagógicas.

Además de la percepción positiva y la visión instrumental, uno de los retos más significativos mencionados por los docentes es la inseguridad técnica. Muchos de ellos expresaron que, aunque están familiarizados con herramientas tecnológicas básicas, no se sienten completamente confiados para usar herramientas más avanzadas, lo que genera una barrera para la integración completa de la tecnología en su práctica pedagógica. Un docente expresó: “A veces me siento inseguro de usar ciertas herramientas porque no sé si las usaré correctamente o si los estudiantes realmente aprenderán de ellas” (Docente 3). Esta inseguridad puede clasificarse como barrera formativa, ya que se relaciona con la percepción de insuficiente dominio técnico o didáctico de las herramientas digitales. Como sugieren Chai, Koh y Tsai (2013), la inseguridad técnica se convierte en una barrera para una integración plena de las TIC, ya que los docentes, al no sentirse cómodos con las herramientas, limitan su utilización a formas más básicas y menos interactivas.

La gestión del aula también se ve afectada por estas percepciones y dificultades. Algunos docentes temen que el uso de las TIC pueda hacer que los estudiantes se distraigan o no se concentren en los objetivos de la clase. El miedo a perder el control del aula surge como una preocupación común, especialmente cuando se intenta incorporar nuevas tecnologías que los estudiantes podrían no saber manejar adecuadamente. Esta percepción refleja una falta de confianza pedagógica en cuanto a la integración de la tecnología, lo que puede influir en la coherencia entre pedagogía y tecnología (TPK). Esta preocupación refleja una tensión entre

control pedagógico y apertura metodológica. La incorporación de tecnología implica, en algunos casos, una redistribución del protagonismo en el aula, lo cual puede generar incertidumbre en docentes acostumbrados a estructuras más directivas. Esta dimensión afecta directamente la intersección TPK, ya que la confianza pedagógica es condición necesaria para explorar dinámicas más interactivas.

Si bien estas percepciones emergen principalmente de las entrevistas, su contraste con las observaciones de aula muestra coherencia entre discurso y práctica en varios casos. La visión instrumental expresada por los docentes se refleja en el uso predominantemente ilustrativo de las herramientas digitales observado en clase. Esta convergencia entre discurso y práctica refuerza la interpretación de una apropiación pedagógica parcial.

En conjunto, las percepciones docentes configuran un escenario caracterizado por una valoración positiva de las TIC, acompañada de una concepción predominantemente instrumental y de inseguridades formativas que limitan su integración estructural. Estas creencias influyen directamente en la manera en que se articulan las dimensiones del modelo TPACK, favoreciendo usos representacionales y motivacionales, pero restringiendo transformaciones pedagógicas profundas. La apropiación pedagógica de las TIC se configura así como un proceso en consolidación, condicionado tanto por factores internos, creencias y confianza profesional, como por condiciones contextuales que serán analizadas en la siguiente subsección dedicada a las barreras estructurales, formativas y curriculares.

El análisis cualitativo permitió identificar un conjunto de barreras que condicionan la apropiación pedagógica de las TIC en la enseñanza de las matemáticas. Estas barreras emergieron del proceso de codificación de entrevistas, observaciones y documentos, y fueron agrupadas en tres categorías analíticas: (a) barreras estructurales, relacionadas con condiciones institucionales e infraestructura; (b) barreras formativas, vinculadas con la

autopercepción de competencia técnica y didáctica; y (c) barreras curriculares, asociadas a la presión por cobertura y a la lógica evaluativa predominante. Esta clasificación permite comprender no solo la existencia de obstáculos, sino su impacto diferencial en la articulación de las dimensiones del modelo TPACK.

Las barreras estructurales están relacionadas con las condiciones materiales e institucionales que condicionan el uso de las TIC en el aula. Entre ellas, destacan la conectividad inestable, la escasez de dispositivos, las fallas técnicas frecuentes, las limitaciones de tiempo para el uso de la sala de informática y la ausencia de soporte técnico adecuado. Estas barreras afectan principalmente el uso técnico (TK) de la tecnología, ya que limitan el acceso a herramientas y plataformas necesarias para llevar a cabo actividades educativas mediadas por TIC. En las entrevistas, un docente comentó: “El internet se cae constantemente, lo que interrumpe la clase cuando estamos usando plataformas digitales” (Docente 1), lo que refleja cómo las limitaciones de conectividad afectan directamente la capacidad de los docentes para incorporar herramientas tecnológicas de manera fluida en sus clases. Esta inestabilidad técnica, combinada con la falta de dispositivos, limita las posibilidades de representar el contenido de manera adecuada (TCK), impidiendo el uso de tecnologías interactivas o plataformas que faciliten una mayor comprensión del contenido matemático. Estas limitaciones estructurales no solo restringen el acceso a herramientas digitales, sino que generan una integración episódica e impredecible. La inestabilidad técnica reduce la posibilidad de planificar actividades mediadas por tecnología de manera sostenida, lo que afecta indirectamente el desarrollo del TPK y el TCK. La dependencia de condiciones externas convierte la integración tecnológica en una práctica contingente más que estructural.

En cuanto a las barreras formativas, estas están relacionadas con el desarrollo profesional docente y la capacitación necesaria para utilizar las TIC de manera efectiva. A pesar de que los docentes han recibido capacitación en herramientas tecnológicas, se observa

que su dominio técnico sigue siendo limitado. Un docente explicó: “He aprendido a usar ciertas herramientas, pero cuando se trata de integrar más allá de lo básico, me siento perdido” (Docente 2). Esta inseguridad técnica se convierte en una barrera significativa para la articulación pedagógica (TPK), ya que los docentes no logran utilizar la tecnología de manera estratégica para enriquecer su enseñanza. La formación docente se ha centrado principalmente en el uso instrumental de la tecnología, sin profundizar en cómo integrar las TIC de manera pedagógica y disciplinar, lo que limita la capacidad de los docentes para diseñar tareas mediadas por TIC o para adaptar los recursos tecnológicos a sus objetivos pedagógicos. Además, algunos docentes manifestaron inseguridad en el uso de herramientas más avanzadas, lo que les impide utilizar el potencial transformador de las TIC. A diferencia de las barreras estructurales, las barreras formativas inciden directamente en la confianza pedagógica del docente. La inseguridad técnica limita la disposición a experimentar con dinámicas interactivas o tareas abiertas mediadas por tecnología. En términos del modelo TPACK, esta barrera afecta especialmente la intersección TPK, ya que la articulación entre pedagogía y tecnología requiere no solo dominio técnico, sino seguridad didáctica para modificar la dinámica del aula.

Las barreras curriculares, por otro lado, están relacionadas con la estructura del currículo y la presión por cumplir con los contenidos establecidos. Esta presión genera tiempo limitado para explorar el uso de las TIC de manera creativa y restrictiva. Además, la evaluación centrada en resultados tradicionales y la falta de integración formal de las TIC en los planes de estudio perpetúan una visión más convencional de la enseñanza. Un docente comentó: “El currículo es tan ajustado que no tenemos espacio para integrar nuevas herramientas tecnológicas, siempre estamos enfocados en los exámenes y los contenidos básicos” (Docente 3). Esta falta de flexibilidad en el currículo limita las oportunidades para articular el contenido matemático con la tecnología de manera significativa (TCK), y refuerza

un enfoque pedagógico más centrado en la transmisión del contenido, que no aprovecha el potencial de la tecnología para enriquecer la enseñanza. La presión por cobertura curricular y la centralidad de evaluaciones tradicionales refuerzan un enfoque procedimental del contenido matemático, limitando la exploración conceptual mediada por TIC. Esta barrera afecta simultáneamente el CK y el TCK, ya que restringe el tiempo disponible para actividades que promuevan representación múltiple, argumentación o experimentación digital. En este contexto, la tecnología es percibida como complemento opcional más que como componente estructural del diseño didáctico.

Desde la perspectiva del modelo TPACK, las barreras identificadas no afectan únicamente dimensiones aisladas, sino que generan una desarticulación sistémica. Las barreras estructurales limitan el desarrollo estable del TK; las barreras formativas restringen la consolidación del TPK; y las barreras curriculares condicionan el alcance del TCK. En conjunto, estas restricciones impiden que las intersecciones entre tecnología, pedagogía y contenido evolucionen hacia una integración estructural, manteniéndose en niveles fragmentados o instrumentales.

Un aspecto crucial de estas barreras es la tensión entre la intención y la realidad. Muchos docentes expresaron su deseo de utilizar más tecnología en sus clases, pero las limitaciones estructurales y formativas les impiden llevar a cabo sus intenciones. En palabras de un docente: “Me gustaría utilizar más plataformas interactivas, pero no puedo depender de la conectividad del colegio, y no tengo el tiempo ni los recursos para hacerlo” (Docente 4). Esta brecha entre intención declarada y práctica real evidencia que la apropiación tecnológica no depende únicamente de la disposición positiva del docente. La tensión entre deseo profesional y restricciones contextuales configura un escenario donde la integración TIC se mantiene en niveles prudentes y controlados. Esta situación explica por qué, a pesar de

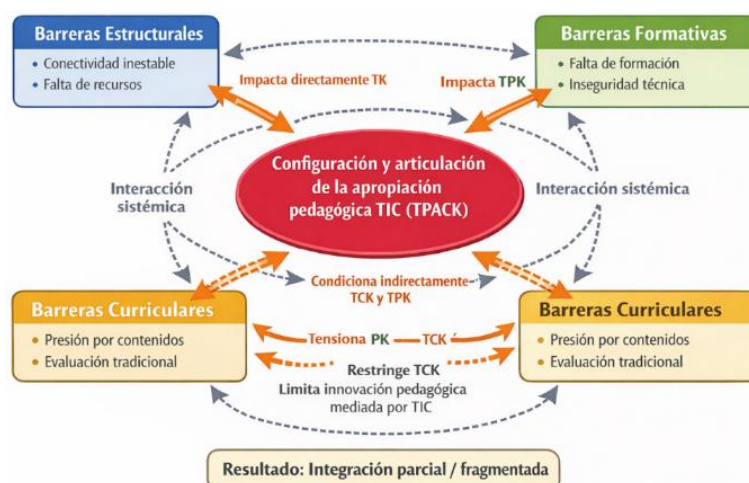
percepciones favorables, la articulación entre las dimensiones del modelo TPACK permanece parcial.

Estas barreras impactan significativamente la forma en que se configura y articula la apropiación pedagógica de las TIC en las estrategias didácticas observadas. Más que constituir obstáculos aislados, operan como condicionantes estructurales, formativos y curriculares que explican por qué la integración tecnológica identificada en las secciones anteriores se mantiene en niveles parciales y fragmentados. En este sentido, el análisis contribuye directamente a responder la pregunta de investigación, al evidenciar que la articulación entre tecnología, pedagogía y contenido no depende únicamente de la disposición docente, sino de un entramado de condiciones que influyen en la configuración concreta del modelo TPACK en el aula. Comprender estas condiciones resulta fundamental para derivar posteriormente implicaciones pedagógicas orientadas a fortalecer dicha articulación.

La siguiente figura presenta un esquema analítico que sintetiza la interacción entre las barreras estructurales, formativas y curriculares identificadas en el análisis cualitativo, y su impacto en la apropiación pedagógica de las TIC desde la perspectiva del modelo TPACK.

Figura 8.

Esquema de las barreras que condicionan la apropiación pedagógica de las TIC



La Figura 8 presenta un esquema interpretativo que sintetiza la interacción sistémica entre las barreras estructurales, formativas y curriculares identificadas en el análisis cualitativo, y su impacto diferencial en la configuración y articulación de la apropiación pedagógica de las TIC desde la perspectiva del modelo TPACK. Las flechas sólidas indican impactos directos sobre determinadas dimensiones del modelo, por ejemplo, las barreras estructurales sobre el TK y las formativas sobre el TPK, mientras que las flechas punteadas representan condicionamientos indirectos que inciden en la consolidación del TCK y en la articulación entre pedagogía y tecnología. Las conexiones bidireccionales entre las categorías evidencian que las barreras no operan de manera aislada, sino que se refuerzan mutuamente en una dinámica sistémica: la inestabilidad estructural amplifica la inseguridad formativa, y la presión curricular intensifica la cautela pedagógica frente al uso tecnológico.

La ubicación central de la “Configuración y articulación de la apropiación pedagógica TIC (TPACK)” refleja que dicha apropiación no depende de un único factor, sino del entramado relacional entre condiciones materiales, desarrollo profesional docente y estructura curricular. Como resultado de esta interacción, la integración tecnológica observada en la institución se configura predominantemente como parcial y fragmentada, lo cual explica los niveles limitados de articulación entre tecnología, pedagogía y contenido evidenciados en las secciones anteriores.

En conjunto, las barreras estructurales, formativas y curriculares configuran un entramado interdependiente que condiciona la manera en que se configura y articula la apropiación pedagógica de las TIC en las prácticas docentes analizadas. Aunque las limitaciones materiales restringen el acceso y la estabilidad del uso tecnológico, son las barreras formativas y curriculares las que inciden con mayor profundidad en la consolidación de las intersecciones del modelo TPACK, al afectar la confianza pedagógica, la toma de decisiones didácticas y la posibilidad de rediseñar tareas matemáticas mediadas por

tecnología. Este escenario explica por qué la integración tecnológica identificada se mantiene en niveles parciales y fragmentados, caracterizados por una articulación incipiente entre tecnología, pedagogía y contenido. Así, la apropiación pedagógica observada no responde únicamente a disposiciones individuales, sino a condiciones estructurales y culturales que delimitan su alcance. Comprender esta configuración resulta fundamental para avanzar hacia el análisis de las oportunidades emergentes y estrategias adaptativas que podrían favorecer una integración más coherente, reflexiva y transformadora en el contexto institucional estudiado.

Oportunidades y estrategias adaptativas

A pesar de las barreras identificadas en el análisis anterior, los docentes han identificado y aprovechado diversas oportunidades reales dentro de su contexto educativo que han permitido avanzar, aunque de manera parcial, en la integración de las TIC. Entre estas oportunidades se encuentran la disponibilidad parcial de recursos tecnológicos, como algunos dispositivos en desuso que, a pesar de ser limitados en cantidad, fueron compartidos entre docentes y estudiantes en determinadas actividades. Además, la disposición docente hacia la formación ha sido un factor clave: aunque muchos docentes no cuentan con formación avanzada en TIC, muestran una actitud proactiva hacia el aprendizaje autónomo y la capacitación. La cultura institucional favorable también ha favorecido la adopción de TIC, al haber incorporado el uso de plataformas digitales en el plan institucional, aunque su implementación es todavía parcial y no uniforme. Estas oportunidades no eliminan las restricciones descritas anteriormente, pero configuran márgenes de acción desde los cuales los docentes despliegan prácticas de mediación tecnológica ajustadas a sus condiciones reales. En términos del modelo TPACK, estas condiciones permiten sostener niveles básicos de TK y avanzar de manera incipiente en la articulación TPK, aun cuando la integración no alcanza un carácter estructural.

Es importante distinguir entre oportunidades contextuales y estrategias adaptativas. Mientras las oportunidades remiten a condiciones disponibles en el entorno institucional (recursos, disposición docente, cultura organizacional), las estrategias adaptativas corresponden a decisiones pedagógicas concretas mediante las cuales los docentes gestionan dichas condiciones para sostener la integración tecnológica.

Las estrategias adaptativas implementadas por los docentes han sido cruciales para sortear las barreras y mejorar la integración de las TIC. Por ejemplo, ante las fallas técnicas o problemas de conectividad, los docentes ajustan la planificación de las actividades y, en algunos casos, utilizan capturas de pantalla o videos previamente grabados para no depender exclusivamente de la conectividad en tiempo real. Un docente mencionó: “Cuando el internet no funciona, grabamos las lecciones y luego las subimos para que los estudiantes las vean cuando puedan” (Docente 3). Esta práctica no solo representa una solución técnica, sino una reconfiguración pedagógica frente a la contingencia. Al anticipar fallas y planificar alternativas, el docente evidencia un desarrollo funcional del TPK, en la medida en que adapta el uso tecnológico a decisiones didácticas orientadas a la continuidad del aprendizaje. Sin embargo, la estrategia se mantiene en un nivel compensatorio, ya que no transforma la naturaleza de la tarea matemática, sino que preserva su estructura tradicional en un formato diferido.

Otra estrategia adaptativa fue el trabajo colaborativo entre docentes, donde se compartieron dispositivos y recursos tecnológicos para poder realizar actividades conjuntas con los estudiantes. Un docente mencionó: “Cuando no tengo suficientes equipos para todos, hago grupos pequeños y así todos pueden trabajar con la tecnología” (Docente 4). Esta dinámica colaborativa evidencia una forma de agencia docente que permite ampliar el acceso tecnológico mediante organización pedagógica. No obstante, el análisis muestra que la tecnología continúa funcionando como apoyo operativo más que como herramienta para

reconfigurar la representación del contenido matemático. En consecuencia, el impacto en el TCK es moderado, ya que si bien se incrementa la interacción tecnológica, no necesariamente se profundiza en nuevas formas de conceptualización disciplinar.

Desde la perspectiva del modelo TPACK, estas adaptaciones fortalecen principalmente la dimensión TPK, al evidenciar intentos de articulación entre decisiones pedagógicas y recursos tecnológicos en contextos de restricción. Sin embargo, la consolidación del TCK sigue siendo limitada, ya que las tareas matemáticas no se rediseñan de manera sustantiva a partir del potencial representacional de las herramientas digitales. En este sentido, la apropiación pedagógica observada se configura como reflexiva pero todavía instrumental, caracterizada por esfuerzos de ajuste más que por transformaciones estructurales en la enseñanza.

Este análisis pone de manifiesto que, aunque las barreras persisten, las estrategias adaptativas permiten a los docentes sostener la mediación tecnológica dentro de sus posibilidades reales. Estas estrategias no solo muestran el esfuerzo docente por mantener el uso de las TIC, sino que también reflejan un proceso de consolidación en la integración de estas tecnologías, en el que las dimensiones tecnológicas y pedagógicas se articulan de manera más flexible, aunque de forma incompleta. Este proceso de apropiación reflexiva de las TIC plantea un escenario en el que los docentes están en transición hacia una integración más coherente, aunque aún existen desafíos significativos.

En conjunto, el análisis de las percepciones docentes, las barreras identificadas y las estrategias adaptativas implementadas permite comprender que la apropiación pedagógica de las TIC en el caso estudiado no responde a una dinámica lineal, sino a un proceso tensionado por múltiples factores contextuales y formativos. Si bien los docentes reconocen el valor de las tecnologías en la enseñanza de las matemáticas y manifiestan disposición para

incorporarlas, esta intención se ve condicionada por limitaciones estructurales, por necesidades de fortalecimiento en la dimensión formativa y por presiones curriculares que priorizan la cobertura de contenidos. No obstante, las estrategias adaptativas observadas evidencian una agencia docente que busca sostener la mediación tecnológica dentro de sus posibilidades reales. Esta agencia, aunque limitada por condiciones estructurales y formativas, constituye un indicio de que la apropiación pedagógica no está estancada, sino en proceso de configuración. Así, el análisis de oportunidades y estrategias adaptativas permite comprender que la articulación del modelo TPACK no depende exclusivamente de la eliminación de barreras, sino también de la capacidad docente para reinterpretar el contexto y generar soluciones pedagógicas viables.

Desde el enfoque del modelo TPACK, estas dinámicas configuran una apropiación pedagógica en proceso de consolidación, caracterizada por avances en el dominio tecnológico, pero con niveles variables de articulación entre tecnología, pedagogía y contenido. En consecuencia, para comprender con mayor precisión cómo estas dinámicas se traducen en niveles concretos de articulación entre tecnología, pedagogía y contenido matemático, resulta necesario analizar específicamente las intersecciones del modelo TPACK en las estrategias didácticas implementadas, lo cual se desarrolla en la siguiente sección..

Articulación de las dimensiones del modelo TPACK en las estrategias didácticas implementadas

Luego de analizar de manera diferenciada las dimensiones tecnológica (TK), pedagógica (PK) y disciplinar (CK), así como las intersecciones parciales entre ellas y las condiciones contextuales que influyen en su desarrollo, resulta necesario examinar cómo dichas dimensiones se articulan efectivamente en las estrategias didácticas implementadas. Esta sección integra los hallazgos previos para comprender no solo la presencia de cada componente del modelo TPACK, sino el grado de coherencia entre ellos en la práctica real

del aula. Desde esta perspectiva, el análisis se orienta a identificar configuraciones generales de articulación que permitan describir los niveles diferenciados en que tecnología, pedagogía y contenido matemático se relacionan en el contexto estudiado.

Configuraciones generales de articulación identificadas

El análisis de las estrategias didácticas implementadas en las clases observadas permitió identificar diversos patrones de articulación entre las dimensiones del modelo TPACK: tecnología (TK), pedagogía (PK) y contenido (CK). La triangulación de datos a partir de entrevistas, observaciones y documentos reveló configuraciones de integración que varían en el grado de coherencia entre estas dimensiones. No todas las estrategias mostraron el mismo nivel de integración, lo que sugiere que la relación entre tecnología, pedagogía y contenido se configura de manera diferente según las características contextuales y formativas de cada docente. Estas configuraciones no fueron definidas a priori, sino que emergieron del análisis comparativo de las clases observadas, permitiendo identificar regularidades en la manera en que se relacionan las dimensiones tecnológica, pedagógica y disciplinar. En este sentido, más que clasificaciones rígidas, se trata de tendencias analíticas que describen niveles diferenciados de articulación del modelo TPACK en la práctica real.

Las configuraciones de integración identificadas se dividen principalmente en tres tipos. Primero, existe una configuración de uso instrumental, donde las TIC se emplean como una herramienta que complementa los métodos tradicionales de enseñanza, sin transformar sustancialmente el proceso pedagógico. En este caso, los docentes utilizan la tecnología, pero sin profundizar en su potencial para generar un cambio significativo en las estrategias didácticas, tal como lo mencionó un docente: “Las TIC son una ayuda, pero lo que importa es cómo explicas el contenido, la tecnología no cambia eso” (Docente 2). En esta configuración, el TK se manifiesta como dominio operativo básico, mientras que el PK y el CK mantienen una lógica tradicional centrada en la explicación frontal y la práctica repetitiva. La tecnología

no altera la estructura de la tarea matemática ni introduce nuevas formas de representación o interacción. Por tanto, la intersección TPK es mínima y el TCK prácticamente inexistente, ya que el contenido no se reconfigura a partir del potencial tecnológico disponible.

El segundo patrón identificado fue la integración parcial, en la que las TIC se utilizan de manera más estructurada, combinándose con la pedagogía y el contenido. En este tipo de estrategia, los docentes buscan vincular la tecnología a la enseñanza, pero todavía no logran una articulación coherente entre las tres dimensiones. Las herramientas digitales se utilizan para enriquecer la enseñanza, pero no siempre se integran de manera reflexiva con el contenido o con las decisiones pedagógicas. Un docente comentó: “Uso videos para explicar ciertos temas, pero a veces siento que solo estamos usando la tecnología para hacerlo más atractivo, sin una conexión real con lo que los estudiantes deberían aprender” (Docente 3). En este patrón, se observa un intento consciente de vincular tecnología y pedagogía, lo que fortalece el TPK en términos funcionales. Sin embargo, la articulación con el contenido matemático sigue siendo limitada. Las herramientas digitales enriquecen la presentación, pero no necesariamente transforman el tratamiento conceptual del contenido. El TCK aparece de manera incipiente, principalmente en representaciones visuales, pero sin consolidar una reconstrucción didáctica profunda del saber matemático.

Finalmente, algunas clases mostraron una integración coherente, en la que las tres dimensiones se articulan de manera fluida y transformadora, lo que genera un entorno de aprendizaje más dinámico y significativo. En estas prácticas, la tecnología no solo apoya la explicación, sino que modifica la naturaleza de la actividad matemática, permitiendo exploración, manipulación o representación múltiple del contenido. Se evidencia una articulación efectiva entre TPK y TCK, donde las decisiones pedagógicas están diseñadas en función de las posibilidades tecnológicas y del tratamiento conceptual del contenido. No

obstante, estas experiencias son situacionales y no sistemáticas, lo que impide hablar de una consolidación institucional del modelo TPACK.

Con el fin de sintetizar comparativamente las configuraciones identificadas, se presenta el siguiente cuadro analítico, el cual resume las características predominantes de cada nivel de articulación del modelo TPACK en las estrategias observadas.

Tabla 3.

Configuraciones generales de articulación del modelo TPACK identificadas.

Dimensión analizada	Uso instrumental	Integración parcial	Integración coherente
TK (Tecnología)	Uso operativo básico. Herramientas como apoyo visual o digitalización de lo tradicional.	Uso funcional y más sistemático. Incorporación planificada, aunque limitada.	Uso estratégico y contextualizado. Tecnología seleccionada en función del contenido y la tarea.
PK (Pedagogía)	Predominio de explicación magistral y práctica repetitiva.	Intentos de diversificación metodológica, pero sin transformación profunda.	Diseño de actividades activas, exploratorias o colaborativas mediadas por tecnología.
CK (Contenido)	Tratamiento procedimental tradicional.	Enriquecimiento representacional limitado.	Reconfiguración del contenido mediante múltiples representaciones y exploración conceptual.
TPK	Articulación mínima. Tecnología no altera la dinámica pedagógica.	Articulación funcional. Tecnología apoya decisiones didácticas, pero sin rediseño estructural.	Articulación efectiva. Tecnología modifica la gestión del aula y la interacción.
TCK	Prácticamente inexistente. El contenido no cambia con la tecnología.	Representación visual enriquecida, pero sin transformación conceptual profunda.	Transformación representacional del contenido matemático.
Nivel global de articulación TPACK	Fragmentado	Intermedio / en transición	Coherente pero no sistemático

El cuadro comparativo permite observar que las diferencias entre las configuraciones identificadas no radican simplemente en la presencia de recursos tecnológicos, sino en el grado de articulación entre las dimensiones TK, PK, CK y sus intersecciones TPK y TCK. Mientras que en el uso instrumental la tecnología se limita a un dominio operativo sin alterar la lógica pedagógica ni el tratamiento del contenido, en la integración parcial se evidencian avances funcionales en la articulación entre tecnología y pedagogía, aunque con transformaciones conceptuales aún incipientes. Por su parte, la integración coherente muestra una vinculación más estrecha entre decisiones didácticas y potencial representacional de la tecnología, permitiendo reconfigurar el contenido matemático mediante múltiples formas de exploración y representación.

Esta gradación en los niveles de articulación dialoga directamente con lo planteado por Koehler y Mishra (2009), quienes sostienen que la integración efectiva de las TIC no depende únicamente del dominio aislado de la tecnología (TK) o del contenido disciplinar (CK), sino de la articulación coherente entre las dimensiones tecnológica, pedagógica y disciplinar. A la luz de esta perspectiva, los hallazgos del estudio evidencian que la consolidación del modelo TPACK no se explica solo por el conocimiento individual del docente, sino por la interacción entre formación profesional, condiciones institucionales y cultura pedagógica, factores que condicionan el tránsito desde configuraciones instrumentales hacia niveles más robustos de integración.

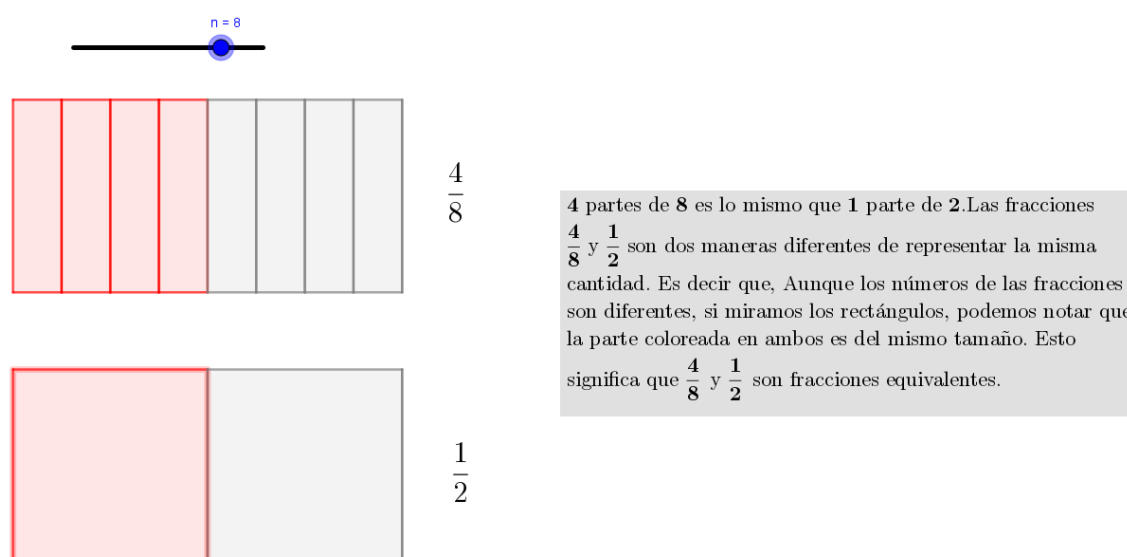
Estrategias con Articulación Débil o Fragmentada

En una de las estrategias observadas, el docente utilizó GeoGebra para representar gráficamente las fracciones en el plano cartesiano, con el objetivo de ilustrar cómo diferentes fracciones podían ocupar la misma posición en el gráfico. Aunque la herramienta permitió visualizar el concepto de fracciones equivalentes, la actividad se limitó a la exposición del procedimiento, donde el docente mostró cómo las fracciones se representaban, pero sin

promover una interacción activa ni una exploración por parte de los estudiantes. Como expresó el docente: “Uso la aplicación para que vean mejor el ejercicio” (Docente 2). Esta declaración subraya la forma en que la tecnología se utiliza de manera instrumental, como una herramienta adicional para mostrar visualmente el contenido, sin involucrar a los estudiantes en un proceso de exploración o construcción conceptual. La estrategia se centró en mostrar el concepto de manera estática y no en permitir que los estudiantes interactuaran con la herramienta o cuestionaran su funcionamiento. Esta práctica se alinea con la configuración de uso instrumental descrita en la subsección anterior, donde la presencia tecnológica no altera la estructura didáctica ni el tratamiento conceptual del contenido.

Figura 9.

Representación de fracciones equivalentes proyectada durante la clase.



Desde la perspectiva del modelo TPACK, esta estrategia evidencia una articulación débil entre las dimensiones. Aunque el componente tecnológico (TK) está presente y operativo, la intersección con la pedagogía (TPK) es limitada, ya que la herramienta no modifica la dinámica de la clase ni promueve estrategias de aprendizaje activo. La exposición magistral continúa siendo el eje estructurador de la actividad, y la tecnología se inserta como apoyo visual dentro de una lógica didáctica preexistente.

En cuanto a la intersección tecnología–contenido (TCK), si bien GeoGebra ofrece potencial para la manipulación dinámica de fracciones equivalentes, su uso se restringió a una representación controlada por el docente, sin exploración autónoma ni variación de parámetros por parte de los estudiantes. Esto limita la posibilidad de reconstrucción conceptual del contenido y mantiene el tratamiento matemático en un plano demostrativo más que investigativo.

La articulación débil también se debe a la falta de coherencia pedagógica. Según Koehler y Mishra (2009), una integración pedagógica exitosa implica no solo el uso de la tecnología, sino también su alineación con los objetivos pedagógicos y la promoción de un aprendizaje activo. En este caso, el docente utilizó la herramienta tecnológica, pero la dinámica de la clase no cambió, ya que la exposición magistral sigue siendo el enfoque dominante. Los estudiantes no participaron activamente en la exploración ni en la creación de conocimiento, lo que hace que la tecnología se utilice solo como una herramienta de apoyo visual, sin transformar realmente la dinámica pedagógica (TPK).

Este tipo de estrategia se puede considerar una apropiación instrumental de las TIC, ya que, a pesar de que los docentes están utilizando la tecnología, su uso sigue siendo limitado a funciones básicas de apoyo visual y no contribuye de manera significativa a la transformación pedagógica ni a la articulación coherente entre tecnología, pedagogía y contenido. De acuerdo con Niess et al. (2009), para que los docentes puedan integrar de manera efectiva las TIC en su práctica, deben ser capaces de utilizarlas estratégicamente, no solo como una herramienta complementaria, sino como un vehículo para fomentar el razonamiento y la reflexión.

En consecuencia, esta estrategia puede caracterizarse como una configuración de articulación fragmentada, donde el TK se manifiesta de manera operativa y el TCK aparece

de forma representacional básica, pero sin una integración efectiva con el componente pedagógico. La tecnología amplía la visibilidad del contenido, pero no reconfigura la tarea matemática ni transforma las formas de interacción en el aula. Este caso ilustra cómo la apropiación pedagógica puede permanecer en niveles parciales aun cuando exista disposición al uso tecnológico, confirmando que la integración significativa requiere una articulación simultánea entre decisiones didácticas, potencial representacional y estrategias de participación activa.

Estrategias con Articulación Coherente o Integrada

En contraste con las estrategias de articulación débil, se identificaron algunas prácticas en las que la tecnología fue seleccionada de manera intencionada y articulada con una secuencia pedagógica bien estructurada. Un ejemplo de esto se dio durante una clase sobre geometría, en la que el docente utilizó GeoGebra para explorar el concepto de áreas y perímetros de figuras irregulares. La actividad consistió en permitir que los estudiantes modificaran las dimensiones de las figuras y observaran en tiempo real cómo cambiaban las áreas y perímetros a medida que ajustaban los parámetros en el software. Según el docente: “La idea era que pudieran experimentar con las formas, para que comprendieran cómo varían las medidas antes de aplicar las fórmulas” (Docente 1). Este enfoque permite que los estudiantes no solo observen el resultado de las operaciones, sino que exploren activamente el contenido matemático a través de la tecnología, lo que promueve un aprendizaje más dinámico y conceptual.

La estrategia observada muestra una clara articulación entre las tres dimensiones del modelo TPACK. En primer lugar, el conocimiento del contenido (CK), en este caso sobre geometría, se integra de manera efectiva con la tecnología (TK), ya que el docente utiliza GeoGebra no solo como una herramienta para ilustrar las fórmulas, sino para explorar dinámicamente las propiedades de las figuras geométricas. El software permite que los

estudiantes modifiquen las dimensiones y vean el efecto inmediato en las áreas y perímetros, lo que facilita la comprensión conceptual de cómo las variables geométricas se relacionan entre sí. La tecnología (TK) no solo se usa como un recurso visual, sino como una mediadora activa en el proceso de aprendizaje. Además, la estrategia se articula con el conocimiento pedagógico (PK) al incorporar una secuencia exploratoria en la que los estudiantes interactúan con la tecnología antes de formalizar el concepto con la aplicación de fórmulas, promoviendo así un aprendizaje activo.

Desde el punto de vista del TPK, esta estrategia refleja un enfoque activo y participativo, ya que la tecnología es utilizada para facilitar la exploración y el razonamiento, no solo para mostrar resultados predefinidos. Los estudiantes no se limitan a memorizar fórmulas, sino que tienen la oportunidad de experimentar y reflexionar sobre los conceptos de áreas y perímetros de manera interactiva, lo que favorece un aprendizaje significativo. La articulación con el contenido (TCK) se vuelve clara, ya que la tecnología no solo complementa el proceso pedagógico, sino que transforma cómo los estudiantes comprenden las relaciones matemáticas al permitirles observar de manera directa los efectos de sus ajustes.

Este tipo de integración coherente evidencia un nivel más avanzado de apropiación pedagógica de las TIC, en el que tecnología, pedagogía y contenido se articulan de manera fluida y transformadora. A diferencia de las estrategias instrumentales, en las que la tecnología se utiliza de manera complementaria o superficial, en esta estrategia se observa un uso reflexivo y profundo de las TIC, que enriquece el aprendizaje y transforma la enseñanza al permitir una exploración activa de los contenidos. Además, la articulación coherente entre TK, PK y CK crea un entorno de aprendizaje más dinámico y constructivo, lo que promueve un mayor compromiso y participación por parte de los estudiantes.

Esta estrategia muestra una apropiación pedagógica reflexiva y profunda de las TIC, en la que los docentes no solo usan la tecnología para ilustrar el contenido, sino que la integran de manera activa en el proceso de construcción conceptual de los estudiantes. Desde el modelo TPACK, se observa una articulación sólida entre las dimensiones del conocimiento, lo que posibilita una transformación significativa en la manera en que los estudiantes interactúan con el contenido matemático, promoviendo un aprendizaje más activo y conceptual. Este tipo de integración representa un avance importante en la apropiación pedagógica de las TIC, ya que va más allá de su uso instrumental y se acerca a una integración más coherente y transformadora de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas.

Niveles de Integración Identificados

El análisis comparativo de las estrategias didácticas implementadas permitió identificar tres niveles diferenciados de integración entre tecnología, pedagogía y contenido matemático, en coherencia con las configuraciones generales descritas en la subsección 4.4.1. Estos niveles no constituyen categorías rígidas, sino gradaciones analíticas que reflejan distintos grados de articulación del modelo TPACK en la práctica real del aula.

En un primer nivel, se identifican estrategias con integración instrumental, en las que la tecnología se emplea como apoyo visual dentro de una estructura pedagógica tradicional. Un ejemplo de ello se evidenció en la clase sobre fracciones equivalentes, donde GeoGebra fue utilizado únicamente para proyectar representaciones controladas por el docente, sin permitir manipulación ni exploración por parte de los estudiantes. En estos casos, el TK se manifiesta de manera operativa, pero no se articula significativamente con el PK ni transforma el tratamiento del contenido.

En un segundo nivel, se observan estrategias con integración parcial, donde la tecnología amplía las formas de representación del contenido, como en la visualización dinámica de equivalencias fraccionarias, evidenciando presencia de TCK. No obstante, la dinámica de la clase continúa centrada en la exposición magistral, lo que limita el desarrollo de un TPK robusto. La tecnología media el contenido, pero no reorganiza la experiencia didáctica.

Finalmente, se identifican estrategias con integración coherente, como la clase en la que el uso de operaciones de suma y resta de fracciones en GeoGebra permitió observar en tiempo real la variación de los resultados al modificar los valores de las fracciones. En este nivel, la tecnología estructura la secuencia pedagógica y favorece una exploración previa a la formalización, evidenciando articulación simultánea entre TK, TPK y TCK. Sin embargo, estas experiencias no son sistemáticas, lo que indica que la integración profunda entre las dimensiones del modelo aún no constituye una práctica institucional consolidada.

Desde la perspectiva del modelo TPACK, estos niveles evidencian que la apropiación pedagógica de las TIC en el contexto estudiado se encuentra en un proceso de consolidación progresiva. Si bien existe presencia de TK y CK en la mayoría de las prácticas, la articulación con el componente pedagógico es el factor que determina el tránsito desde configuraciones instrumentales hacia formas más integradas. Esta gradación confirma que la integración tecnológica no depende exclusivamente del acceso a herramientas, sino de la coherencia entre decisiones didácticas, potencial representacional y condiciones formativas e institucionales.

Con el fin de sintetizar analíticamente estos hallazgos, el Tabla 4 presenta los niveles de integración identificados, relacionando sus características en términos de TK, TPK y TCK con ejemplos empíricos observados en el estudio. Esta sistematización permite visualizar comparativamente cómo se configuran las distintas formas de articulación del modelo

TPACK en la práctica real del aula, así como las implicaciones pedagógicas asociadas a cada nivel.

Tabla 4.

Síntesis de niveles de integración del modelo TPACK

Nivel	Características TPACK	Evidencia observada	Implicación pedagógica
Instrumental	TK operativo. TPK y TCK mínimos. Sin transformación metodológica.	Proyección de GeoGebra sin manipulación estudiantil. Clase centrada en exposición.	Apoyo visual complementario. No modifica la tarea matemática ni el rol del estudiante.
Parcial	Presencia funcional de TCK. TPK incipiente. Enriquecimiento representacional limitado.	Visualización dinámica de fracciones, pero con dinámica magistral predominante.	Mejora la comprensión visual, pero mantiene estructura pedagógica tradicional.
Coherente	Articulación integrada entre TK, TPK y TCK. Reconfiguración conceptual del contenido.	Uso de GeoGebra para explorar operaciones con fracciones, promoviendo la comprensión antes de formalizar los procedimientos matemáticos.	Transformación de la tarea matemática. Promueve exploración, conjetura y aprendizaje activo.

En conjunto, los niveles de integración identificados evidencian que la articulación del modelo TPACK en el contexto estudiado no es homogénea, sino progresiva y diferenciada. La presencia tecnológica no garantiza integración pedagógica, y es la coherencia entre decisiones didácticas, potencial representacional y condiciones formativas la que determina el tránsito desde configuraciones instrumentales hacia formas integradas. Esta gradación permite comprender con mayor precisión cómo se configura la apropiación pedagógica de las TIC en la práctica real del aula.

Orientaciones Pedagógicas Contextualizadas para Fortalecer la Articulación TPACK en la Enseñanza de las Matemáticas

El análisis desarrollado en el capítulo 4 permitió identificar configuraciones diferenciadas de articulación del modelo TPACK en las estrategias didácticas implementadas, así como barreras estructurales, formativas y curriculares que condicionan la apropiación pedagógica de las TIC en el contexto estudiado. A partir de estos hallazgos, y en coherencia con el objetivo específico 4 de la investigación, se presentan a continuación orientaciones pedagógicas contextualizadas orientadas a fortalecer la articulación entre tecnología, pedagogía y contenido matemático. Estas orientaciones no constituyen prescripciones universales, sino lineamientos situados que emergen del contraste entre estrategias con articulación fragmentada y aquellas con integración coherente, y que buscan promover un tránsito progresivo hacia niveles más robustos de integración TPACK en la práctica real del aula. Su formulación se fundamenta tanto en la evidencia empírica obtenida mediante la triangulación de datos como en los aportes teóricos del modelo TPACK, reconociendo que la integración tecnológica significativa requiere coherencia entre decisiones didácticas, potencial representacional y condiciones institucionales favorables.

Fundamentación de las orientaciones

Las orientaciones pedagógicas que se presentan en esta sección no surgen como propuestas externas o desvinculadas del proceso investigativo, sino que se derivan directamente del análisis interpretativo realizado en el capítulo 4. En particular, su formulación responde a las configuraciones de articulación identificadas, instrumental, parcial y coherente, así como a las barreras estructurales, formativas y curriculares que condicionan la apropiación pedagógica de las TIC en el contexto estudiado.

El contraste entre estrategias con articulación fragmentada y aquellas con integración coherente permitió identificar factores diferenciadores relacionados con el diseño de tareas, la

secuencia pedagógica, el uso del potencial representacional de la tecnología y el nivel de alineación entre decisiones didácticas y contenido matemático. A partir de estos elementos, se establecen orientaciones orientadas a fortalecer específicamente las intersecciones TPK y TCK, que se evidenciaron como puntos críticos en el tránsito hacia niveles más robustos de integración.

Desde el marco del modelo TPACK, la integración tecnológica significativa no depende exclusivamente del dominio técnico (TK), sino de la articulación simultánea entre conocimiento pedagógico, disciplinar y tecnológico. En este sentido, las orientaciones propuestas buscan incidir en aquellas dimensiones cuya articulación se mostró más débil en el análisis empírico, promoviendo una integración estructural y no meramente instrumental de las TIC.

Orientación 1 – Fortalecimiento del TPK

El análisis realizado en la sección 4.4 evidenció que, aunque los docentes incorporan herramientas digitales en sus clases, en varios casos la tecnología se utiliza como un apoyo ilustrativo sin modificar sustancialmente la estructura metodológica de la enseñanza. Este uso instrumental de las TIC limita el potencial transformador de la tecnología, ya que se sigue usando principalmente como un recurso adicional para reforzar la enseñanza tradicional. Para abordar esta debilidad, se propone diseñar secuencias didácticas exploratorias mediadas por TIC. Estas secuencias deben ser diseñadas con un enfoque en la exploración activa del contenido, utilizando la tecnología como mediadora en el proceso de construcción del conocimiento matemático. Por ejemplo, herramientas como GeoGebra pueden ser empleadas para permitir que los estudiantes interactúen con representaciones matemáticas, realizando ajustes y observando cómo estas modificaciones afectan los resultados. Esto promueve una participación dinámica y permite que los estudiantes sean protagonistas activos en su aprendizaje, desarrollando un entendimiento más profundo de los conceptos matemáticos.

Esta orientación responde directamente a la debilidad observada en el uso de la tecnología como apoyo visual, sin fomentar un aprendizaje más interactivo y conceptual. Desde el modelo TPACK, esta orientación fortalece la dimensión TPK, promoviendo una integración pedagógica más activa y reflexiva de las TIC, que va más allá de su función meramente ilustrativa.

Fortalecer la dimensión TPK implica, en este contexto, desplazar la tecnología desde un uso complementario hacia un uso estructurante de la experiencia didáctica. Es decir, que las decisiones pedagógicas, momento de exploración, formulación de hipótesis, validación y formalización, se diseñen en función del potencial interactivo de la herramienta digital. Este tránsito supone que la tecnología deje de insertarse en una lógica preexistente para convertirse en un componente organizador de la secuencia de aprendizaje.

En coherencia con las estrategias de articulación fragmentada descritas en la subsección 4.4.2, se evidenció además una limitada problematización en las actividades mediadas por TIC, lo que reducía la participación cognitiva de los estudiantes y mantenía una dinámica expositiva. La tecnología se utilizaba de manera estática, presentando información sin generar oportunidades de cuestionamiento o exploración. En respuesta a esta debilidad, se propone incorporar momentos de problematización mediados por TIC, en los cuales los estudiantes enfrenten problemas abiertos o situaciones exploratorias que los inviten a cuestionar, reflexionar y buscar soluciones de manera activa. El uso de simuladores interactivos como GeoGebra o plataformas de resolución de problemas puede facilitar este tipo de dinámicas, donde los estudiantes exploran diversas soluciones a un mismo problema, promoviendo el razonamiento crítico y la resolución de problemas. Esta orientación busca transformar la enseñanza al centrar el aprendizaje en la indagación y el razonamiento, en lugar de limitarse a la reproducción de procedimientos. Al introducir situaciones abiertas y manipulables digitalmente, la tecnología no solo presenta información, sino que se convierte

en un espacio de experimentación conceptual. Esto permite que la intersección TPK no se limite a la gestión del recurso, sino que articule intencionalidad pedagógica y potencial dinámico de representación.

Finalmente, el análisis reveló que la interacción entre los estudiantes y la tecnología era limitada, ya que la mayoría de las veces la tecnología se usaba para presentar contenido, pero no se promovía un aprendizaje colaborativo ni una interacción activa. En respuesta a esta limitación, se propone promover la interacción activa mediante TIC, fomentando el trabajo colaborativo entre los estudiantes mediante el uso de plataformas digitales. Por ejemplo, herramientas como Google Docs o Padlet pueden ser utilizadas para que los estudiantes colaboren en la resolución de problemas matemáticos, compartan ideas y discutan soluciones mientras emplean tecnologías interactivas. Esta estrategia promueve no solo la participación activa de los estudiantes, sino también el desarrollo de habilidades de comunicación y trabajo en equipo. Desde el modelo TPACK, esta orientación refuerza la dimensión TPK, ya que integra las TIC de manera reflexiva en el proceso pedagógico, no solo como un medio para presentar contenido, sino como un facilitador de la interacción y colaboración. No obstante, para que esta interacción colaborativa impacte también la dimensión TCK, resulta necesario que las tareas propuestas impliquen discusión conceptual y construcción colectiva de significados matemáticos, y no únicamente distribución operativa de recursos tecnológicos. De este modo, la colaboración mediada por TIC puede trascender el plano organizativo y convertirse en una estrategia para enriquecer la comprensión disciplinar.

En conjunto, estas orientaciones buscan consolidar una articulación pedagógica en la que la tecnología no actúe como elemento accesorio, sino como mediadora de procesos de exploración, problematización e interacción conceptual. Fortalecer la dimensión TPK en el contexto estudiado implica reorganizar la secuencia didáctica a partir del potencial interactivo

de las TIC, favoreciendo un tránsito progresivo desde configuraciones instrumentales hacia formas de integración más estructurales y coherentes con el modelo TPACK.

Orientación 2 – Consolidación del TCK

El análisis realizado en las secciones anteriores evidenció que, aunque los docentes incorporan herramientas digitales en sus prácticas, en varios casos estas se utilizan principalmente de manera ilustrativa, sin una articulación explícita con la estructura conceptual del contenido matemático. La tecnología, al ser utilizada de forma superficial, no transforma profundamente las prácticas pedagógicas, ni permite explorar en profundidad los conceptos matemáticos. Este tipo de uso instrumental de las TIC limita su potencial para facilitar una comprensión significativa de los conceptos y para promover un aprendizaje más dinámico y reflexivo. Esta situación fue especialmente evidente en las estrategias con articulación débil descritas en la subsección 4.4.2, donde la tecnología permitió visualizar el contenido, pero no reconfiguró su tratamiento conceptual ni amplió las formas de representación del saber matemático. En estos casos, el TCK se manifestó de manera incipiente, sin consolidarse como una dimensión estructurante de la experiencia didáctica.

Este hallazgo señala la necesidad de fortalecer la dimensión del Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK), entendido como la capacidad de seleccionar y utilizar tecnologías que no solo representen, sino que transformen y amplíen la comprensión de los conceptos matemáticos. Para lograr esto, es fundamental que los docentes seleccionen las herramientas tecnológicas de manera más intencional, vinculándolas directamente con la naturaleza epistemológica del contenido que enseñan. En este contexto, fortalecer la dimensión TCK implica, que la tecnología no se limite a representar el contenido de manera estática, sino que permita reorganizar su estructura conceptual. Esto supone diseñar tareas en

las que las propiedades matemáticas puedan ser manipuladas, contrastadas y exploradas dinámicamente, de modo que la herramienta digital amplíe las posibilidades de conceptualización y no solo su visualización.

Una orientación clave es el diseño de secuencias didácticas exploratorias mediadas por TIC, las cuales deberían estar orientadas a permitir a los estudiantes no solo ver los conceptos, sino explorarlos activamente. Esto implica que la herramienta tecnológica no sea simplemente un recurso para ilustrar procedimientos o mostrar soluciones, sino un medio para fomentar la exploración y la indagación de los conceptos matemáticos. Por ejemplo, herramientas como GeoGebra o Desmos, que permiten manipular variables y observar en tiempo real cómo cambian los resultados al ajustar parámetros, pueden facilitar una visualización dinámica de las relaciones matemáticas, ayudando a los estudiantes a comprender conceptos como proporcionalidad, fracciones equivalentes o geometría dinámica. Este tipo de exploración activa fomenta una comprensión más profunda, ya que los estudiantes no se limitan a memorizar procedimientos, sino que interactúan con el contenido y construyen su propio conocimiento. Esta orientación responde a la debilidad observada en el uso de la tecnología, que, si bien es útil, a menudo no va más allá de un apoyo visual y no promueve una verdadera transformación pedagógica.

Además, se detectó que, en muchos casos, los docentes utilizaban una sola representación de los conceptos matemáticos, generalmente simbólica, aun cuando las herramientas tecnológicas ofrecían la posibilidad de diversificar las formas de representación. Por ejemplo, algunos docentes usaban GeoGebra para representar ecuaciones, pero se limitaban a mostrar solo una forma algebraica, sin aprovechar las funcionalidades que permiten también representar esas mismas relaciones de manera gráfica o numérica. En respuesta a esta debilidad, se propone la integración de múltiples representaciones mediadas por TIC, lo cual implica utilizar las tecnologías para mostrar un concepto desde diversas

perspectivas: gráfica, algebraica, numérica y verbal. Este enfoque no solo enriquece la comprensión del contenido, sino que también permite a los estudiantes visualizar las relaciones entre las representaciones, promoviendo una comprensión conceptual más sólida. Desde la perspectiva del TCK, la integración de múltiples representaciones no constituye únicamente un recurso didáctico, sino una estrategia para fortalecer la comprensión estructural del contenido matemático, al permitir la coordinación entre distintos registros de representación. Cuando la tecnología facilita esta coordinación, por ejemplo, al vincular simultáneamente representación gráfica, algebraica y numérica, se amplían las posibilidades de comprensión relacional del concepto.

Finalmente, se identificó que la interacción con las herramientas digitales rara vez implicaba manipulación conceptual del contenido matemático. En muchos casos, los estudiantes observaban representaciones ya configuradas, sin intervenir en la estructura de las relaciones matemáticas. Para abordar esta limitación, se propone promover tareas de manipulación dinámica en las que los estudiantes puedan modificar parámetros, contrastar invariantes y analizar relaciones funcionales en tiempo real.

En conjunto, estas orientaciones buscan consolidar la dimensión TCK mediante el rediseño de tareas matemáticas que aprovechen el potencial representacional y dinámico de las herramientas digitales. Fortalecer el TCK en el contexto estudiado implica trascender el uso ilustrativo de la tecnología y promover experiencias en las que las propiedades matemáticas puedan explorarse, contrastarse y comprenderse desde múltiples registros. De este modo, la integración tecnológica no solo amplía el acceso a representaciones, sino que transforma la manera en que se conceptualiza y se construye el conocimiento matemático en el aula.

Orientación 3 – Fortalecimiento institucional y formativo para la consolidación del modelo TPACK

Las barreras estructurales, formativas y curriculares identificadas en la sección 4.3 evidencian que la apropiación pedagógica de las TIC no depende exclusivamente de la iniciativa individual del docente, sino que está condicionada por factores institucionales y contextuales. Tal como se analizó en la subsección 4.3.2, estas barreras no operan de manera aislada, sino que configuran un entramado sistémico que condiciona el tránsito desde configuraciones instrumentales hacia formas más coherentes de integración TPACK. En particular, la inseguridad técnica y la presión curricular identificadas limitan la posibilidad de rediseñar tareas matemáticas mediadas por tecnología.

En este sentido, es fundamental fortalecer los procesos de formación docente, no solo en el uso técnico de las herramientas, sino en la articulación pedagógica de estas tecnologías. El análisis evidenció que algunos docentes tienen un dominio operativo de las herramientas tecnológicas, pero carecen de apoyo en la articulación didáctica de las mismas, lo que limita su capacidad para integrar las TIC de manera significativa en su enseñanza. Por ejemplo, aunque los docentes utilizan herramientas como GeoGebra o PowerPoint, estas se emplean principalmente de forma instrumental, sin una reflexión pedagógica sobre su potencial transformador. Para abordar esta debilidad, se propone implementar espacios de formación continua orientados específicamente al diseño tecnopedagógico, bajo el enfoque TPACK, donde los docentes puedan trabajar con casos concretos de enseñanza de las matemáticas de cuarto grado, diseñando secuencias didácticas que integren las TIC de manera reflexiva, promoviendo una enseñanza más dinámica y constructiva. Estos espacios formativos deberían centrarse en el análisis de tareas matemáticas concretas, examinando cómo el potencial representacional y dinámico de las herramientas digitales puede reorganizar la estructura conceptual del contenido (TCK) y, simultáneamente, transformar la secuencia

pedagógica (TPK). De esta manera, la formación dejaría de enfocarse exclusivamente en el dominio técnico (TK) y avanzaría hacia la consolidación estructural del modelo TPACK.

Otra debilidad detectada fue la falta de espacios colaborativos para la planificación didáctica, ya que la mayoría de los docentes realizan sus planes de forma individual, lo que limita la creación colectiva de estrategias innovadoras. La planificación individualizada suele centrarse en prácticas tradicionales, donde la tecnología se utiliza de manera superficial o instrumental. Para superar esta barrera, se propone promover la creación de espacios institucionales de trabajo colaborativo en los que los docentes puedan diseñar, revisar y ajustar conjuntamente sus estrategias pedagógicas, integrando las TIC de manera más profunda. No obstante, para que estos espacios colaborativos incidan efectivamente en la consolidación del TPACK, deben orientarse específicamente al análisis del contenido matemático y no limitarse al intercambio de recursos. La planificación conjunta debería incluir la revisión crítica de tareas, la discusión sobre representaciones múltiples y la evaluación del impacto conceptual de las herramientas digitales en la comprensión disciplinar.

Finalmente, es crucial que la planificación institucional sea coherente con el enfoque TPACK, promoviendo una visión compartida de la integración de las TIC en la enseñanza de las matemáticas. Actualmente, se observa que en muchas instituciones no hay una estrategia clara ni una política educativa que guíe la integración de las TIC en el currículo. Por lo tanto, se debe establecer una planificación institucional que contemple la integración progresiva y reflexiva de las TIC, asegurando que todos los docentes tengan acceso a las herramientas necesarias y el apoyo formativo adecuado. Esta planificación debe incluir objetivos claros sobre el uso de la tecnología en el aula y debe estar alineada con los contenidos pedagógicos, favoreciendo un enfoque coherente y estructurado que permita a los docentes integrar las TIC de manera efectiva y transformadora en su práctica educativa. Desde la perspectiva del

modelo TPACK, una planificación institucional coherente implica reconocer que la integración tecnológica no puede depender exclusivamente de iniciativas individuales, sino que requiere una visión compartida que articule desarrollo profesional, rediseño curricular y disponibilidad de recursos. Solo en un entorno institucional estructurado es posible sostener en el tiempo configuraciones coherentes de integración y evitar la regresión hacia usos instrumentales.

Conclusiones e Implicaciones Pedagógicas

El presente capítulo presenta las conclusiones derivadas del análisis desarrollado a lo largo de la investigación, así como las implicaciones pedagógicas que se desprenden de los hallazgos obtenidos. A partir de la interpretación de los resultados expuestos en el capítulo anterior, se sintetizan los principales aportes del estudio en relación con la apropiación pedagógica de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la enseñanza de las matemáticas desde la perspectiva del modelo TPACK. En este sentido, las conclusiones se organizan en función de la pregunta de investigación y de los objetivos planteados, con el propósito de ofrecer una comprensión integradora de cómo se configuran y articulan las dimensiones tecnológicas, pedagógica y disciplinar en las estrategias didácticas implementadas por los docentes de cuarto grado de la IED El Líbano, así como de las implicaciones pedagógicas que se derivan para el fortalecimiento de la integración de las TIC en el aula.

Respuesta a la pregunta de investigación

La presente investigación tuvo como propósito analizar cómo se configura y articula la apropiación pedagógica de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza de las matemáticas, tomando como referencia el modelo TPACK. En particular, el estudio se centró en comprender de qué manera los docentes de cuarto grado de la Institución Educativa Departamental El Líbano integran la tecnología en sus estrategias didácticas y cómo dicha integración se relaciona con las dimensiones tecnológica, pedagógica y disciplinar del modelo propuesto por Koehler y Mishra.

En este contexto, la pregunta que orientó el estudio fue: ¿Cómo se configura y articula la apropiación pedagógica de las TIC, desde la perspectiva del modelo TPACK, en las estrategias didácticas implementadas por los docentes de cuarto grado de la IED El Líbano, y

qué implicaciones pedagógicas se derivan para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas?

Para dar respuesta a esta pregunta, la investigación se propuso como objetivo general analizar la configuración de la apropiación pedagógica de las TIC en las prácticas de enseñanza de las matemáticas, con el propósito de derivar orientaciones pedagógicas contextualizadas para su integración. De manera complementaria, el estudio buscó caracterizar las dimensiones del modelo TPACK presentes en las prácticas docentes, identificar las percepciones y barreras que condicionan la integración tecnológica, analizar las formas de articulación entre tecnología, pedagogía y contenido matemático, y finalmente derivar orientaciones pedagógicas fundamentadas en el modelo teórico utilizado.

Los resultados del análisis permiten concluir que la apropiación pedagógica de las TIC en el contexto estudiado no se configura como una integración plena del modelo TPACK, sino como un proceso progresivo caracterizado por niveles diferenciados de articulación entre las dimensiones tecnológica, pedagógica y disciplinar. En las prácticas observadas se evidencia un dominio funcional de herramientas tecnológicas por parte de los docentes, así como un conocimiento pedagógico y disciplinar consolidado en la enseñanza de las matemáticas. Sin embargo, la articulación entre estas dimensiones no siempre se materializa en configuraciones didácticas que transformen de manera estructural las prácticas de enseñanza.

En términos del modelo TPACK, esto significa que las dimensiones TK, PK y CK se encuentran presentes en las prácticas docentes, pero las intersecciones TPK y TCK se desarrollan de manera desigual. En muchos casos, la tecnología se utiliza principalmente como un recurso de apoyo visual o de presentación de contenidos, lo que corresponde a configuraciones de integración instrumental en las que la herramienta digital no modifica

sustancialmente la organización pedagógica de la clase ni amplía las formas de representación del contenido matemático.

No obstante, el estudio también identificó algunas experiencias en las que la tecnología se articula de manera más coherente con el contenido disciplinar y con la secuencia pedagógica, particularmente cuando las herramientas digitales permiten la manipulación dinámica de representaciones matemáticas o la exploración conceptual de los contenidos. Estas experiencias evidencian el potencial del modelo TPACK para favorecer una enseñanza más exploratoria y conceptual de las matemáticas, en la que la tecnología actúa como mediadora de procesos de comprensión y no únicamente como un recurso ilustrativo.

En conjunto, los resultados permiten afirmar que la apropiación pedagógica de las TIC en el contexto analizado se encuentra en un proceso de construcción, en el que coexisten diferentes niveles de integración tecnológica. Este proceso está condicionado no solo por el conocimiento individual de los docentes, sino también por factores institucionales, formativos y curriculares que influyen en la manera en que la tecnología se incorpora en las prácticas pedagógicas.

Desde esta perspectiva, la integración efectiva de las TIC en la enseñanza de las matemáticas requiere avanzar hacia configuraciones didácticas en las que la tecnología se articule de manera coherente con las decisiones pedagógicas y con la estructura conceptual del contenido disciplinar. Solo a través de esta articulación será posible consolidar prácticas de enseñanza que respondan plenamente a los principios del modelo TPACK y que permitan aprovechar el potencial de las tecnologías digitales para enriquecer los procesos de aprendizaje matemático.

Conclusiones en Relación con los Objetivos Específicos

Con el propósito de responder de manera sistemática a los objetivos planteados en la investigación, en esta sección se presentan las conclusiones derivadas de cada uno de los objetivos específicos formulados en el estudio. Para ello, se analizan los principales hallazgos obtenidos en relación con la caracterización de las dimensiones del modelo TPACK presentes en las prácticas docentes, las percepciones y barreras que condicionan la apropiación pedagógica de las TIC, las formas de articulación entre tecnología, pedagogía y contenido en las estrategias didácticas implementadas, así como las orientaciones pedagógicas derivadas del análisis realizado.

Conclusión Derivada del Objetivo Específico 1. Caracterización de las Dimensiones del Modelo TPACK (TK, PK, CK, TPK y TCK)

El análisis de las prácticas docentes permitió identificar la presencia de las diferentes dimensiones del modelo TPACK en las estrategias de enseñanza de las matemáticas implementadas por los docentes de cuarto grado. En particular, se evidenció que las dimensiones correspondientes al conocimiento tecnológico (TK), pedagógico (PK) y disciplinar (CK) se encuentran presentes en las prácticas analizadas, lo que indica que los docentes poseen competencias básicas para el uso de herramientas tecnológicas y un dominio pedagógico consolidado en la enseñanza de los contenidos matemáticos del nivel escolar.

Sin embargo, la caracterización realizada también evidenció que la presencia simultánea de estas dimensiones no garantiza automáticamente su articulación efectiva en el diseño didáctico. En varios de los casos observados, la tecnología se incorpora como un recurso adicional dentro de estructuras pedagógicas tradicionales, lo que revela que el conocimiento tecnológico del docente se desarrolla de manera relativamente independiente de las decisiones pedagógicas y del tratamiento conceptual del contenido matemático.

Desde la perspectiva del modelo TPACK, este hallazgo sugiere que la integración tecnológica en las prácticas docentes aún se encuentra en una fase de coexistencia de conocimientos, en la cual las dimensiones TK, PK y CK operan de manera paralela más que integrada. En consecuencia, las intersecciones del modelo, particularmente TPK y TCK, se manifiestan de manera incipiente o irregular en varias de las estrategias analizadas. Esto significa que la tecnología no siempre se utiliza para reorganizar la secuencia pedagógica ni para ampliar las formas de representación y exploración del contenido matemático.

Este resultado confirma uno de los planteamientos centrales del modelo TPACK propuesto por Koehler y Mishra, según el cual la integración efectiva de las tecnologías en la enseñanza no depende únicamente del dominio técnico de las herramientas, sino de la capacidad del docente para articular el conocimiento tecnológico con las decisiones pedagógicas y con la estructura conceptual del contenido disciplinar. En el contexto estudiado, dicha articulación se encuentra en proceso de consolidación, lo que evidencia la necesidad de fortalecer las intersecciones del modelo en el diseño de las estrategias didácticas.

Conclusión Derivada del Objetivo Específico 2. Percepciones docentes y barreras que condicionan la apropiación pedagógica de las TIC

El análisis de las percepciones docentes permitió comprender que la integración de las TIC en la enseñanza de las matemáticas no depende únicamente de la disposición individual de los profesores, sino que se encuentra condicionada por una serie de factores estructurales, formativos y curriculares que influyen directamente en las prácticas pedagógicas.

En primer lugar, se identificó que los docentes reconocen el potencial pedagógico de las tecnologías digitales para enriquecer la enseñanza de las matemáticas, particularmente en relación con la visualización de conceptos, la presentación de contenidos y la motivación de

los estudiantes. Esta percepción positiva hacia el uso de las TIC constituye un elemento favorable para su integración en el aula. No obstante, dicha valoración no siempre se traduce en prácticas didácticas innovadoras, ya que la tecnología tiende a incorporarse dentro de esquemas pedagógicos previamente establecidos.

Entre las principales barreras identificadas se encuentran las limitaciones en la formación docente orientada al diseño tecnopedagógico, la inseguridad técnica frente al uso de nuevas herramientas digitales, la falta de espacios institucionales para el diseño colaborativo de estrategias didácticas mediadas por TIC y las presiones curriculares asociadas al cumplimiento de los contenidos programáticos. Estas condiciones generan un contexto en el que los docentes tienden a utilizar la tecnología de manera funcional o instrumental, priorizando su uso como recurso de apoyo más que como un elemento estructurante de la experiencia de aprendizaje.

Desde la perspectiva del modelo TPACK, estas barreras afectan particularmente el desarrollo de las dimensiones TPK y TCK, ya que limitan las oportunidades para experimentar con nuevas formas de organización pedagógica y con estrategias de representación dinámica del contenido matemático. En este sentido, los resultados sugieren que la consolidación del modelo TPACK en las prácticas docentes requiere no solo del fortalecimiento del conocimiento individual del docente, sino también de condiciones institucionales que favorezcan la reflexión pedagógica, la formación continua y el trabajo colaborativo.

Conclusión Derivada del Objetivo Específico 3. Articulación de las dimensiones del modelo TPACK en las estrategias didácticas

El análisis de las estrategias didácticas implementadas permitió identificar diferentes formas de articulación entre tecnología, pedagogía y contenido matemático, lo que evidencia

que la integración de las TIC en el aula no se configura de manera homogénea. A partir de los datos obtenidos, fue posible reconocer tres configuraciones principales de integración tecnológica: instrumental, parcial y coherente.

Las configuraciones instrumentales se caracterizan por el uso de la tecnología como recurso de apoyo visual dentro de una estructura pedagógica tradicional. En este tipo de estrategias, las herramientas digitales se utilizan principalmente para mostrar información o representar conceptos previamente explicados por el docente, sin modificar sustancialmente la dinámica de la clase ni promover procesos de exploración conceptual por parte de los estudiantes.

Las configuraciones de integración parcial evidencian una mayor relación entre la tecnología y el contenido matemático, particularmente cuando las herramientas digitales permiten ampliar las formas de representación del conocimiento. En estos casos, la tecnología contribuye a visualizar relaciones matemáticas o a presentar diferentes representaciones de un mismo concepto, aunque la estructura pedagógica de la clase continúa centrada en la exposición del docente.

Finalmente, las configuraciones de integración coherente, aunque menos frecuentes, muestran una articulación más profunda entre las dimensiones del modelo TPACK. En estas estrategias, la tecnología se integra de manera intencional dentro de la secuencia pedagógica para favorecer la exploración conceptual de los contenidos matemáticos, permitiendo a los estudiantes interactuar con representaciones dinámicas y construir significados a partir de la manipulación de los objetos matemáticos.

Estos hallazgos confirman que la apropiación pedagógica de las TIC no debe entenderse como un estado uniforme de integración tecnológica, sino como un proceso

progresivo de articulación entre las dimensiones del modelo TPACK, en el que las prácticas docentes pueden ubicarse en diferentes niveles de desarrollo.

Conclusión Derivada del Objetivo Específico 4. Orientaciones Pedagógicas contextualizadas

A partir del análisis de las prácticas docentes y de las barreras identificadas en el contexto institucional, fue posible derivar un conjunto de orientaciones pedagógicas orientadas a fortalecer la integración reflexiva de las TIC en la enseñanza de las matemáticas. Estas orientaciones se fundamentan en el modelo TPACK y buscan contribuir al desarrollo de estrategias didácticas en las que la tecnología se articule de manera coherente con las decisiones pedagógicas y con la estructura conceptual del contenido matemático.

En particular, las orientaciones propuestas enfatizan la importancia de diseñar secuencias didácticas exploratorias mediadas por tecnologías digitales, en las que los estudiantes puedan interactuar con representaciones dinámicas de los conceptos matemáticos. Asimismo, se destaca la necesidad de aprovechar el potencial de herramientas tecnológicas como GeoGebra para favorecer la manipulación de objetos matemáticos y la visualización de relaciones conceptuales que resultan difíciles de comprender mediante representaciones estáticas.

De igual manera, las orientaciones derivadas del estudio resaltan la importancia de promover espacios institucionales de formación docente y de planificación colaborativa que permitan fortalecer el conocimiento tecnopedagógico del contenido. Desde esta perspectiva, la integración de las TIC no debe concebirse únicamente como un proceso técnico, sino como una transformación pedagógica que requiere reflexión didáctica, trabajo colaborativo y coherencia curricular.

Implicaciones pedagógicas del estudio

En primer lugar, los resultados evidencian que la integración efectiva de las TIC en el aula requiere superar una visión instrumental de la tecnología y avanzar hacia enfoques pedagógicos en los que las herramientas digitales actúen como mediadoras de procesos de exploración conceptual. Esto implica que el diseño de las actividades de aprendizaje debe considerar no solo el uso de herramientas tecnológicas, sino también la manera en que estas permiten representar, manipular y comprender los conceptos matemáticos. En este sentido, la literatura sobre integración tecnológica señala que el potencial educativo de las TIC se materializa cuando las herramientas digitales se articulan con el contenido disciplinar y las estrategias pedagógicas, favoreciendo nuevas formas de representación y comprensión del conocimiento (Mishra & Koehler, 2006).

En segundo lugar, el estudio pone de manifiesto la importancia de fortalecer la formación docente en el marco del modelo TPACK, promoviendo procesos de desarrollo profesional que integren de manera articulada el conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar. Este tipo de formación resulta fundamental para que los docentes puedan diseñar estrategias didácticas en las que la tecnología contribuya a enriquecer las experiencias de aprendizaje de los estudiantes. De acuerdo con Koehler y Mishra (2009), el desarrollo del conocimiento tecnopedagógico del contenido no se limita al aprendizaje técnico de herramientas digitales, sino que implica comprender cómo estas pueden integrarse de manera significativa en el diseño de experiencias de aprendizaje disciplinarmente relevantes.

Finalmente, los resultados sugieren que la integración pedagógica de las TIC debe ser concebida como un proceso institucional que involucra no solo a los docentes, sino también a las políticas educativas, los programas de formación y las dinámicas de colaboración entre profesores. Solo a través de una visión institucional coherente será posible avanzar hacia una apropiación pedagógica más profunda de las tecnologías digitales en la enseñanza de las

matemáticas. Diversos estudios sobre desarrollo del TPACK señalan que la consolidación de este conocimiento requiere entornos institucionales que promuevan la formación continua, el trabajo colaborativo y la reflexión pedagógica sobre el uso de la tecnología en el aula (Chai, Koh & Tsai, 2013).

Aportes teóricos y pedagógicos del estudio

Los resultados obtenidos en esta investigación permiten identificar una serie de aportes tanto en el plano teórico como en el plano pedagógico para la comprensión de la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza de las matemáticas desde la perspectiva del modelo TPACK. En particular, el estudio aporta elementos de análisis que permiten comprender cómo se configura la articulación entre tecnología, pedagogía y contenido disciplinar en las prácticas docentes reales, evidenciando las tensiones, limitaciones y posibilidades que emergen cuando los docentes intentan integrar herramientas digitales en sus estrategias didácticas. De este modo, los hallazgos contribuyen a enriquecer la discusión sobre la apropiación pedagógica de las TIC en contextos escolares, aportando una mirada contextualizada sobre los procesos mediante los cuales se desarrolla el conocimiento tecnopedagógico del contenido en la enseñanza de las matemáticas.

En primer lugar, el estudio contribuye a profundizar la comprensión del modelo TPACK en contextos escolares reales, evidenciando que la integración de la tecnología en las prácticas docentes no se produce de manera automática a partir del dominio técnico de las herramientas digitales. Los hallazgos muestran que la presencia del conocimiento tecnológico (TK) en las prácticas docentes no garantiza por sí misma una articulación efectiva con las dimensiones pedagógicas y disciplinar del modelo. En este sentido, la investigación confirma uno de los planteamientos centrales del modelo TPACK, según el cual el potencial pedagógico de la tecnología emerge únicamente cuando existe una articulación coherente

entre las dimensiones tecnológica, pedagógica y disciplinar (Mishra & Koehler, 2006; Koehler & Mishra, 2009).

En segundo lugar, el estudio aporta evidencia empírica sobre la manera en que las dimensiones del modelo TPACK se configuran en la práctica docente, mostrando que la integración tecnológica puede manifestarse en diferentes niveles de articulación. La identificación de configuraciones instrumentales, parciales y coherentes permite comprender que la apropiación pedagógica de las TIC no constituye un estado homogéneo de integración, sino un proceso progresivo en el que las prácticas docentes pueden ubicarse en distintos grados de desarrollo. Esta caracterización coincide con investigaciones que han señalado que el desarrollo del conocimiento TPACK en los docentes ocurre de manera gradual, a través de procesos de experimentación pedagógica y reflexión sobre la práctica (Niess, 2011; Chai, Koh & Tsai, 2013).

En tercer lugar, la investigación aporta elementos para comprender el papel de las condiciones institucionales en la consolidación del modelo TPACK. Los resultados evidencian que la apropiación pedagógica de las TIC no depende exclusivamente del conocimiento individual de los docentes, sino que se encuentra estrechamente vinculada con factores estructurales, formativos y curriculares que influyen en las oportunidades de experimentación pedagógica con las tecnologías digitales. Desde esta perspectiva, la integración efectiva de las TIC en la enseñanza requiere no solo del desarrollo de competencias tecnopedagógicas por parte de los docentes, sino también de políticas institucionales que favorezcan la formación continua, el trabajo colaborativo y la reflexión pedagógica sobre el uso de la tecnología en el aula, tal como señalan diversos estudios sobre desarrollo profesional docente en el marco del modelo TPACK (Koehler, Mishra & Cain, 2013).

En el plano pedagógico, el estudio aporta orientaciones concretas para el diseño de estrategias didácticas que integren las TIC de manera reflexiva en la enseñanza de las matemáticas. En particular, se destaca el potencial de las tecnologías digitales para favorecer la exploración dinámica de los conceptos matemáticos mediante la manipulación de representaciones múltiples, lo que puede contribuir a fortalecer la comprensión conceptual de los estudiantes. Diversos estudios en educación matemática han señalado que las herramientas digitales de geometría dinámica y visualización matemática permiten a los estudiantes explorar relaciones entre representaciones y desarrollar una comprensión más profunda de los conceptos matemáticos (Niess, 2011; Borba et al., 2016).

Asimismo, los resultados sugieren que el fortalecimiento de las dimensiones TPK y TCK del modelo TPACK constituye un elemento clave para avanzar hacia prácticas pedagógicas más coherentes con el potencial de las tecnologías digitales. Esto implica que el diseño de las estrategias didácticas debe considerar no solo la incorporación de herramientas tecnológicas, sino también la manera en que estas herramientas permiten reorganizar las secuencias de enseñanza y ampliar las formas de representación del conocimiento matemático. En este sentido, el modelo TPACK plantea que la integración significativa de la tecnología ocurre cuando los docentes logran articular las decisiones pedagógicas con el contenido disciplinar y con las posibilidades que ofrecen las herramientas tecnológicas para representarlo y explorarlo (Koehler & Mishra, 2009).

Líneas de investigación futura

Los resultados obtenidos en esta investigación permiten identificar diversas líneas de trabajo que pueden orientar futuras investigaciones sobre la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza de las matemáticas desde la perspectiva del modelo TPACK. El análisis realizado evidenció que la apropiación pedagógica de la tecnología en el aula constituye un proceso progresivo y contextualizado, en

el que intervienen factores relacionados con el conocimiento docente, las condiciones institucionales y las dinámicas pedagógicas del entorno escolar. En este sentido, aunque el estudio permitió comprender cómo se articulan las dimensiones tecnológica, pedagógica y disciplinar en las prácticas analizadas, también abrió nuevas preguntas que invitan a profundizar en la comprensión de los procesos de integración pedagógica de las TIC en la enseñanza de las matemáticas.

En primer lugar, sería pertinente desarrollar estudios que analicen de manera más profunda el impacto de las estrategias didácticas mediadas por TIC en los procesos de aprendizaje de los estudiantes. Si bien la presente investigación se centró principalmente en el análisis de las prácticas docentes y en la configuración de la apropiación pedagógica de la tecnología, futuras investigaciones podrían explorar cómo la integración de herramientas digitales influye en la comprensión conceptual de los contenidos matemáticos por parte de los estudiantes, particularmente en aspectos como la visualización, la construcción de significados y la resolución de problemas.

En segundo lugar, se considera relevante ampliar el alcance de este tipo de estudios hacia otros niveles educativos y contextos institucionales. La investigación se desarrolló en el contexto específico de docentes de cuarto grado de la IED El Líbano, lo que permitió comprender de manera detallada las dinámicas de integración tecnológica en ese escenario particular. No obstante, futuros estudios podrían analizar cómo se configura la apropiación pedagógica de las TIC en otros grados escolares, en diferentes áreas de las matemáticas o en instituciones educativas con características diversas, lo que permitiría comparar configuraciones de integración tecnológica y enriquecer la comprensión del modelo TPACK en distintos contextos educativos.

En tercer lugar, resulta pertinente promover investigaciones orientadas al diseño, implementación y evaluación de secuencias didácticas fundamentadas explícitamente en el modelo TPACK. Este tipo de estudios permitiría analizar cómo el diseño intencional de actividades que articulen tecnología, pedagogía y contenido disciplinar puede contribuir a transformar las prácticas de enseñanza y a fortalecer los procesos de aprendizaje matemático. Asimismo, estas investigaciones podrían explorar el papel de herramientas digitales específicas, como los entornos de geometría dinámica o los simuladores interactivos, en el desarrollo del conocimiento matemático de los estudiantes.

Finalmente, se considera necesario profundizar en el estudio de los procesos de formación docente orientados al desarrollo del conocimiento tecnopedagógico del contenido. La investigación evidenció que uno de los principales desafíos para la integración efectiva de las TIC se relaciona con la necesidad de fortalecer la articulación entre el conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar en las prácticas docentes. En este sentido, futuras investigaciones podrían analizar cómo los programas de desarrollo profesional docente influyen en la construcción del conocimiento TPACK y en la transformación de las prácticas de enseñanza de las matemáticas mediadas por tecnologías digitales.

En conjunto, estas líneas de investigación permiten proyectar el estudio hacia nuevas preguntas y escenarios de análisis que contribuyan a seguir profundizando en la comprensión de la integración pedagógica de las TIC en la enseñanza de las matemáticas, así como en el desarrollo del conocimiento tecnopedagógico del contenido en contextos educativos reales.

Referencias Bibliográficas

- Aiken, L. R. (1985). Assessment of the reliability and validity of questionnaires. *Educational and Psychological Measurement*, 45(3), 21-37.
- American Psychological Association. (2020). *Publication manual of the American Psychological Association* (7.^a ed.). <https://doi.org/10.1037/0000165-000>
- Angeli, C., & Valanides, N. (2009). The TPACK framework for the development of ICT skills in the teaching of mathematics. *Educational Technology Research and Development*, 57(2), 159-181. <https://doi.org/10.1007/s11423-009-9122-5>
- Angrosino, M. (2007). *Doing ethnographic and observational research*. SAGE Publications. <https://doi.org/10.4135/9781849208932>
- Angrosino, M. (2012). *Etnografía y observación participante en investigación cualitativa*. Morata.
- Area, M. (2012). *Las TIC en la educación: Hacia una nueva alfabetización digital*. Editorial Síntesis.
- Arévalo-Duarte, C., García, M., & Sánchez, J. (2019). Integración de las TIC en la enseñanza de matemáticas: Un análisis comparativo. *Educación y Tecnología*, 17(4), 210-226.
- Artigue, M. (2010). *Didáctica de las matemáticas y formación del profesorado*. Ediciones Morata.
- Banco Mundial. (2018). *Informe sobre el desarrollo mundial 2018: Aprender para hacer realidad la promesa de la educación*. Banco Mundial. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1096-1>
- Bazeley, P., & Jackson, K. (2013). *Qualitative data analysis with NVivo* (2.^a ed.). SAGE Publications.

- Bitti Echeveste, L., Bressan, C. M., & Monjelat, N. (2019). La incorporación de las TIC en las estrategias didácticas: Un estudio desde las prácticas docentes en el nivel primario. *Revista de la Escuela de Ciencias de la Educación*, 2(14).
- Borba, M. C., Askar, P., Engelbrecht, J., Gadanidis, G., Llinares, S., & Aguilar, M. S. (2016). Blended learning, e-learning and mobile learning in mathematics education. *ZDM Mathematics Education*, 48(5), 589–610. <https://doi.org/10.1007/s11858-016-0798-4>
- Cabero Almenara, J., & Llorente Cejudo, M. D. C. (2015). Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC): escenarios formativos y teorías del aprendizaje. *Revista Lasallista de Investigación*, 12(2), 186–193.
- Cabero, J. (2006). *Tecnologías de la información y la comunicación en la educación: un enfoque pedagógico*. Ediciones Universidad de Salamanca.
- Calero-Cerna, C., Morales, J., & Hernández, S. (2023). La integración limitada de las TIC en la educación matemática: Una revisión sistemática. *Revista de Investigación Educativa*, 19(4), 120-133.
- Castillo Medrano, M. D., & Flores Salazar, J. V. (2021). Reconfiguração de polígonos para determinar a medida de sua área com uso do Software GeoGebra. *Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo*, 10(2), 089–104. <https://doi.org/10.23925/2237-9657.2021.v10i2p089-104>
- Cayachoa, A., Álvarez, W., & Botia, M. (2020). El modelo TPACK como estrategia para integrar las TIC en el aula escolar a partir de la formación docente. *Revista Espacios*, 41(16).
- Cerrón Rojas, W. (2019). La investigación cualitativa en educación. *Horizonte de la Ciencia*, 9(17). <https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2019.17.510>

- Chai, C. S., Koh, J. H. L., & Tsai, C. C. (2013). Investigating the influence of TPACK on pre-service teachers' ICT integration practices. *Computers & Education*, 64, 132-148.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.01.004>
- Chizwina, S., & Mhakure, D. (2018). Exploring how the attributes of technology affect adoption in teaching mathematics in a higher education institution in South Africa. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 22(3), 276–286.
- Cobo, C., & Moravec, J. (2013). *La educación del futuro: la competencia digital como factor esencial para el aprendizaje*. Editorial Pearson.
- Coll, C., & Monereo, C. (2010). Educación y aprendizaje en el siglo XXI: Nuevas herramientas, nuevos escenarios. En C. Coll & C. Monereo (Eds.), *Psicología de la educación virtual* (pp. 19–53). Morata.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Sage Publications.
- Cruz, I. (2014). Las TIC como herramienta pedagógica en la enseñanza de las matemáticas. *Revista de Investigación Educativa*, 16(2), 125-140.
- Denzin, N. K. (1978). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods*. McGraw-Hill.
- De Pablos Pons, J., Colás Bravo, M. P., & González Ramírez, T. (2010). Factores facilitadores de la innovación con TIC en los centros escolares: Un análisis comparativo entre diferentes políticas educativas autonómicas. *Revista de Educación*, (352), 23–51.
- Drijvers, P., Kieran, C., Mariotti, M., Ainley, J., Andresen, M., Cahn, Y. C., Dana-Picard, T., & Meagher, M. (2010). Integrating technology into mathematics education: Theoretical perspectives. En C. Hoyles & J.-B. Lagrange (Eds.), *Mathematics*

- education and technology—Rethinking the terrain (17th ICMI Study, pp. 89–132). Springer.
- Educ.ar. (2019, 25 de enero). Aprender Matemática con recursos digitales.
- Espinoza, M. (2023). Resistencia docente y barreras tecnológicas en el uso de TIC para la enseñanza de matemáticas. *Revista Colombiana de Educación*, 43(2), 80-92.
- European Commission. (2017). DigCompEdu: European framework for the digital competence of educators. Joint Research Centre.
<https://ec.europa.eu/jrc/en/digcompedu>
- Ferrari, A. (2013). DIGCOMP: A framework for developing and understanding digital competence in Europe. Publications Office of the European Union.
<https://doi.org/10.2788/52966>
- Flick, U. (2018). *An introduction to qualitative research* (6th ed.). SAGE Publications Ltd.
- García, P., & Pérez, J. (2020). TPACK en Colombia: Integración de las TIC en la enseñanza de las matemáticas. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 15(3), 45-59.
- Gómez, G., & Ramírez, M. (2020). La integración de TIC en la enseñanza de matemáticas: un estudio de caso en la región Caribe de Colombia. *Revista Latinoamericana de Educación Matemática*, 45(1), 22-45.
- González Pérez, A., & De Pablos Pons, J. (2015). Factores que dificultan la integración de las TIC en las aulas. *Revista de Investigación Educativa*, 33(2), 401–417.
<https://doi.org/10.6018/rie.33.2.198161>
- González Tezoco, S. T., Juárez Martínez, U., Centeno Téllez, A., Rodríguez Mazahua, L., & Abud Figueroa, M. A. (2024). Optimizando el aprendizaje de matemáticas en el primer grado: el impacto del Metaverso de Roblox en el desarrollo de competencias numéricas. *Programación Matemática y Software*, 16(2).
<https://doi.org/10.30973/progmat/2024.16.2/4>

- Grisales-Aguirre, M. (2018). Retos y oportunidades de las TIC en el aula de matemáticas: Un enfoque de formación docente. *Revista de Pedagogía y Tecnología*, 25(3), 34-45.
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (2005). Paradigmatic controversies, contradictions, and emerging confluences. En N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *The SAGE handbook of qualitative research* (3.^a ed., pp. 191–215). SAGE Publications.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6^a ed.). McGraw-Hill.
- Hernández Domínguez, J., Muñoz Pérez, M., Palarea Medina, M. M., Ruano Barrera, R., & Socas Robayna, M. M. (2008). Materiales manipulativos para la enseñanza y aprendizaje del álgebra en la educación obligatoria. *FPIEM: Formación del Profesorado e Investigación en Educación Matemática*, (9), 115–145.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (2005). *Investigación-acción: Investigación participativa en educación*. Editorial Morata.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.
- Koehler, M. J., Mishra, P., Kereluik, K., Shin, T. S., & Graham, C. R. (2013). The technological pedagogical content knowledge framework. En M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen & M. J. Bishop (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 101–111). Springer New York.
- https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_9
- Laborde, C. (2002). Integration of technology in the design of geometry tasks with Cabri-Geometry. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 6(3), 283–317. <https://doi.org/10.1023/A:1013309728825>

- López, M., Álvarez, J., & García, F. (2015). Formación en TPACK para docentes de matemáticas: Un enfoque integral. *Revista Internacional de Educación Matemática*, 18(2), 49-62.
- Maldonado Espinoza, F. (2022). El uso de GeoGebra en la enseñanza primaria de matemáticas. *Revista de Investigación en Educación Matemática*, 28(3), 110-120.
- MEN. (2016). Estándares curriculares nacionales. Ministerio de Educación Nacional de Colombia.
- MEN. (2021). Guía para la integración de las TIC en la educación. Ministerio de Educación Nacional de Colombia.
- Mendoza, C., & Riaño, D. (2021). Barreras estructurales en la integración de TIC en las aulas. *Revista de Tecnología Educativa*, 18(2), 99-110.
- Ministerio de Educación Nacional. (2013). Competencias TIC para el desarrollo profesional docente. Oficina de Innovación Educativa con Uso de Nuevas Tecnologías. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-339097_archivo_pdf_competencias_tic.pdf
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Montejano, A., Palomares, J. M., & Navarro, R. (2018). Integración de las TIC en la educación matemática: análisis y propuestas. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 22(3), 110-123. <https://doi.org/10.22201/ciesc.20079124.2018.62.127>
- Niess, M. L. (2011). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technopedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 27(4), 701-710. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.10.022>

- Niss, M., & Højgaard, T. (2019). Mathematical competencies revisited. *Educational Studies in Mathematics*, 102(1), 9–28. <https://doi.org/10.1007/s10649-019-09903-9>
- OCDE. (2015). *Students, computers and learning: Making the connection*. PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264239555-en>
- OCDE. (2023). *OECD digital education outlook 2023: Towards an effective and equitable digital education ecosystem*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/c74f03de-en>
- Padilla Escorcía, I. A., & Conde-Carmona, R. J. (2020). Uso y formación en TIC en profesores de matemáticas: un análisis cualitativo. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (60), 116–136.
<https://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/1166>
- Ochoa-Urrego, R. L. (2026). Redes sociotécnicas en la apropiación tecnológica docente: un análisis desde la Teoría del Actor-Red. *Espacios*, 47(1).
<https://doi.org/10.48082/espacios-6v47n01i07>
- Quintero, J. (2010). Las TIC en el aula de matemáticas: Potencialidades y desafíos. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 9(3), 28-42.
- Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Publications Office of the European Union.
<https://doi.org/10.2760/159770>
- Rodríguez, M. (2007). *La evaluación educativa: perspectivas y enfoques actuales*. Editorial Pearson.
- Rodríguez-Rodríguez, J. M., Gallardo-Pérez, H. de J., & Villamizar-Jaimes, D. (2021). Condiciones de vulnerabilidad del contexto socioeducativo de la región del Catatumbo que afectan al aprendizaje de las matemáticas. *Mundo FESC*, 11(s4), 201–208. <https://doi.org/10.61799/2216-0388.956>

- Ruiz Mera, M. (2020). Desarrollo y uso de las TIC en el aula: un enfoque para la enseñanza de las matemáticas. *Revista de Educación y Tecnologías*, 32(1), 47-60.
- Salcedo, E. P., Acuña Quispe, C. I., & Calcina Álvarez, D. A. (2021). Influencia del software GeoGebra en el aprendizaje de la geometría en estudiantes de cuarto grado de secundaria en el distrito de Tambopata de la región de Madre de Dios. *Educación Matemática*, 33(2), 245–273. <https://doi.org/10.24844/EM3302.10>
- Sánchez Antolín, P., & Blanco García, M. (2016). La política educativa TIC de la Comunidad de Madrid (España): la perspectiva del profesorado. *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 15(1), 45–58.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 9–23.
<https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- Stake, R. E. (2005). Qualitative case studies. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *The SAGE handbook of qualitative research* (3rd ed., pp. 443-466). SAGE Publications.
- Toquica Muñoz, D. (2023). La integración de las TIC en la enseñanza de las matemáticas: Retos y oportunidades. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 9(1), 45-59.
- UNESCO. (2010). El impacto de las TIC en educación: Relatoría de la Conferencia Internacional de Brasilia. UNESCO.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000190555>
- UNESCO. (2016). Informe de seguimiento de la educación en el mundo: El derecho a la educación: Hacia un enfoque más inclusivo y equitativo. UNESCO.
- UNESCO. (2018). ICT Competency Framework for Teachers (Version 3). UNESCO Publishing. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265721>

- Vong, A. H., Lam, C. H., & Chan, K. M. (2016). The impact of TPACK on teaching and learning: A study of Hong Kong teachers. *Journal of Educational Computing Research*, 54(6), 800-815.
- Weigand, H. G. (2010). Hoyles, C. and J.-B. Lagrange (eds.) (2010): *Mathematics Education and Technology—Rethinking the Terrain. The 17th ICMI Study*. Springer: New York.
- Zhang, Y., & Li, L. (2017). Investigating the relationship between TPACK and teaching effectiveness in Chinese teacher education. *Journal of Educational Computing Research*, 55(7), 1072-1091.
- Zhao, Y., Pugh, K., Sheldon, S., & Byers, J. L. (2002). Conditions for classroom technology innovations. *Teachers College Record*, 104(3), 482–515. <https://doi.org/10.1111/1467-9620.00170>

Apéndice 1. Resultados del diagnóstico en el área de matemáticas para estudiantes de cuarto grado.

Ámbito del Diagnóstico	Descripción	Evidencia	Recomendaciones
Comprensión de operaciones básicas	Dificultades notables para comprender y aplicar operaciones matemáticas simples (suma, resta, multiplicación).	Baja precisión en ejercicios de operaciones básicas.	Implementar actividades de refuerzo que vinculen operaciones con situaciones cotidianas para mejorar la comprensión conceptual y procedimental.
Razonamiento lógico	Bajo nivel de razonamiento lógico y falta de habilidad para resolver problemas que requieren lógica secuencial.	Pocas respuestas correctas en problemas de lógica y secuencias numéricas.	Incluir ejercicios de razonamiento lógico en clase que estimulen el pensamiento crítico y la resolución de problemas complejos.
Autonomía en la resolución de problemas	Escasa autonomía para resolver problemas de forma independiente.	Necesitan constante apoyo para resolver problemas sencillos.	Fomentar la autonomía mediante prácticas guiadas que vayan disminuyendo la intervención del docente y promuevan la reflexión individual.

Nota. Elaboración propia.

Apéndice 2. Encuesta realizada a docentes.

1. ¿Has recibido capacitación formal en el uso de TICs para la enseñanza de matemáticas?

Sí

No

Parcialmente

2. En una escala del 1 al 5, ¿cómo calificarías tu nivel de comodidad y competencia con el uso de tecnologías en el aula?

Muy incómodo e incompetente

Incómodo e incompetente

Neutral

Cómodo y competente

Muy cómodo y competente

3. ¿Utilizas herramientas digitales para planificar tus clases de matemáticas?

Siempre

A menudo

Algunas veces

Nunca

4. ¿Qué tipo de tecnologías utilizas en tu aula para enseñar matemáticas?

Pizarra digital

Calculadoras

Computadoras portátiles

Aplicaciones educativas en tabletas

Ninguna de las anteriores

5. ¿Te sientes preparado para integrar TIC en el proceso de evaluación de los estudiantes?

Sí

No

Parcialmente

6. ¿Con qué frecuencia te actualizas sobre nuevas herramientas tecnológicas para la enseñanza?

Mensualmente

Trimestralmente

Anualmente

Nunca

7. ¿Consideras que el uso de TIC ha mejorado la comprensión de los estudiantes en las clases de matemáticas?

Sí

No

No sé

8. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones describe mejor tu actitud hacia el uso de tecnologías en el aula?

Me encanta y la utilizo todo el tiempo

La utilizo cuando es necesario

Prefiero no usarla, me siento más cómodo sin TIC

No sé cómo utilizarla

9. ¿Te gustaría recibir más formación sobre el uso de TIC en la enseñanza de matemáticas?

Sí

No

Tal vez

10. ¿Consideras que las TIC facilitan la interacción entre los estudiantes y el profesor?

Sí

No

No estoy seguro

Apéndice 3. *Guía de Observación Estructurada*

Guía de Observación Estructurada – Docente 2. Documento utilizado para la recopilación de datos sobre la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en las prácticas pedagógicas de matemáticas en cuarto grado

Guía de Observación Estructurada - Docente 2

Datos generales de la clase

Nombre del docente: Docente 2

Tema de la clase: Operaciones con fracciones

Duración de la clase: 45 minutos

Recursos tecnológicos utilizados: GeoGebra, PowerPoint, YouTube

Número de estudiantes presentes: 25

Condiciones del aula: Sala de informática con acceso a internet

1. Conocimiento Tecnológico (TK)

- Uso de herramientas tecnológicas: El docente utiliza herramientas tecnológicas como GeoGebra, PowerPoint y YouTube en la clase.
- Barreras tecnológicas: No se observan barreras tecnológicas significativas.
- Frecuencia de uso: Las herramientas son utilizadas de manera esporádica, principalmente en momentos específicos para ilustrar conceptos.

2. Conocimiento Pedagógico (PK)

- Estrategias de enseñanza: Predomina la explicación magistral, seguida de ejercicios individuales.
- Evaluación: El docente ofrece retroalimentación correctiva, pero no se observan instancias de metacognición o reflexión profunda sobre errores.
- Enfoque pedagógico: La clase se basa en la transmisión de procedimientos sin mucha exploración conceptual.

3. Conocimiento del Contenido (CK)

- Tratamiento del contenido matemático: El contenido se presenta principalmente de manera operativa, centrado en la aplicación de procedimientos.

- Profundidad del contenido: No se profundiza en la comprensión conceptual detrás de los procedimientos.
- Representaciones matemáticas: Se utilizan principalmente representaciones gráficas y simbólicas para enseñar las fracciones.

4. Intersecciones del Modelo TPACK

- Conocimiento Pedagógico Tecnológico (TPK): El docente integra las TIC con sus métodos tradicionales, pero no transforma significativamente la estrategia pedagógica.
- Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK): Las herramientas tecnológicas, como GeoGebra, se usan para representar visualmente los conceptos, pero no se fomenta la exploración activa por parte de los estudiantes.

5. Participación estudiantil

- Nivel de participación: Los estudiantes participan mayormente de forma pasiva, respondiendo preguntas cerradas o realizando ejercicios individuales.
- Trabajo individual vs. trabajo colaborativo: El trabajo es principalmente individual, aunque se realizan breves momentos de trabajo colaborativo.
- Interacción: La participación estudiantil se limita principalmente a la resolución de problemas de manera individual.

Observaciones generales

Fortalezas observadas:

- El uso de herramientas tecnológicas, aunque es esporádico, facilita la visualización de los conceptos matemáticos.

Apéndice 4. *Transcripciones de entrevistas con los docentes.*

Transcripciones de Entrevistas: Docentes de la IED El Líbano

Transcripción de la Entrevista con Docente 1

Entrevistador (E): Buenas tardes, Docente 1. Gracias por su tiempo. Queremos conocer su perspectiva sobre la integración de las TIC en las clases de matemáticas. Para empezar, ¿podría contarme cómo utilizaba las TIC antes en sus clases?

Docente 1 (D1): Buenas tardes. La verdad es que, al principio, no utilizaba mucho las TIC. Sabíamos que teníamos algunos recursos, como computadoras y proyectores, pero realmente no sabíamos cómo integrarlos de manera eficaz. Más que nada, nos centramos en las clases tradicionales, porque pensábamos que las TIC no eran necesarias para enseñar matemáticas, especialmente por la falta de formación en cómo usarlas correctamente.

E: ¿A qué cree que se debe esa falta de integración de las TIC en su práctica docente?

D1: Bueno, la principal razón fue que no teníamos formación adecuada. Nadie nos enseñó cómo usar la tecnología con un enfoque pedagógico, solo sabíamos que había herramientas, pero no sabíamos cómo incorporarlas realmente a la clase. Además, a veces los recursos no estaban disponibles o no funcionaban bien, así que simplemente seguimos con lo que sabíamos.

E: ¿Cómo ha cambiado su perspectiva sobre las TIC a medida que ha recibido formación o más información?

D1: Mi perspectiva cambió bastante. Cuando me dieron la formación, empecé a ver que las TIC pueden ser súper útiles, sobre todo para representar conceptos que son un poco difíciles, como las fracciones. Cuando probé GeoGebra, vi cómo los chicos se motivaban más, porque podían ver

cómo las fracciones realmente se suman o se restan. Eso me hizo querer aprender más y buscar cómo usarlas mejor en mis clases.

E: Entonces, ¿ha comenzado a integrar más las TIC en sus clases ahora?

D1: Sí, ahora trato de usar GeoGebra y otras plataformas, como YouTube, cuando quiero mostrar videos de matemáticas. Sin embargo, todavía me cuesta encontrar tiempo para usarlas más seguido. Pero me doy cuenta de que cuando las incluyo, los chicos se entusiasman mucho más.

E: ¿Cuáles cree que son las principales ventajas de usar las TIC en la enseñanza de las matemáticas?

D1: Lo mejor es que hacen que los estudiantes vean las matemáticas de otra manera. Pueden ver los problemas de una forma visual y dinámica, y eso les ayuda a entender mejor los conceptos abstractos. Además, los mantiene más activos en clase. Aunque aún me falta bastante por aprender y organizarme mejor para usar más las TIC.

E: ¿Qué desafíos sigue enfrentando al integrar las TIC en sus clases?

D1: Los recursos tecnológicos siguen siendo un reto. A veces las computadoras no están disponibles o se dañan, y aunque ahora sé cómo integrar mejor las TIC, todavía no tengo suficiente tiempo para hacerlo de forma más constante. Aún me falta mucha práctica para aprovechar todas las posibilidades que ofrecen.

Transcripción de la Entrevista con Docente 2

Entrevistador (E): Buenas tardes, Docente 2. Gracias por su tiempo. Para empezar, ¿podría compartir cómo usaba las TIC antes en sus clases?

Docente 2 (D2): Buenas tardes. Al principio, no utilizaba las TIC en las clases de matemáticas. En la escuela había acceso a algunos recursos, pero no sabía cómo integrarlos bien. Las herramientas estaban allí, pero no sabía si serían útiles o cómo usarlas correctamente. En la mayoría de los casos, simplemente me quedaba con los métodos tradicionales de enseñanza.

E: ¿A qué cree que se debió esa falta de uso de las TIC?

D2: Bueno, como ya mencioné, no teníamos formación en cómo integrarlas en las clases. Las TIC parecían algo más bien secundario, no parte del proceso educativo principal. Además, la falta de acceso constante a las herramientas tecnológicas también fue un factor importante. Como no sabíamos bien cómo usarlas, preferimos seguir con el enfoque tradicional.

E: ¿Cómo ha cambiado su forma de ver el uso de las TIC desde que empezó a formarse más al respecto?

D2: Mi perspectiva cambió mucho. Cuando empecé a recibir formación y ver el potencial que tienen las TIC, comencé a integrarlas más. Las plataformas interactivas como GeoGebra me han sido muy útiles para enseñar conceptos difíciles como las fracciones. Los estudiantes se enganchan mucho cuando pueden ver la matemática en acción, en lugar de solo escuchar explicaciones.

E: ¿Cómo utiliza las TIC ahora en sus clases?

D2: En general, uso GeoGebra para enseñar fracciones y operaciones básicas. También, cuando

puedo, utilizo YouTube para mostrar videos sobre matemáticas. Aunque me gustaría usarlas más, el tiempo es un factor limitante. Pero en los pocos momentos que las incorporo, noto que los estudiantes se entusiasman mucho más.

E: ¿Qué ventajas ha notado en el uso de las TIC en su enseñanza?

D2: Lo que más me gusta es que hace todo mucho más visual. Los estudiantes pueden ver cómo funcionan las fracciones y las operaciones de una forma mucho más clara, y eso hace que comprendan mejor los conceptos. También aumenta la participación de los estudiantes, ya que se sienten más involucrados cuando hay tecnología de por medio.

E: ¿Qué dificultades sigue enfrentando al integrar las TIC?

D2: Las dificultades siguen siendo las mismas. A veces las herramientas tecnológicas no están disponibles o no funcionan bien. Además, aunque sé que las TIC pueden ser muy útiles, a veces no tengo suficiente tiempo para hacer que sean parte integral de cada clase. También creo que aún necesito más práctica y confianza para usarlas de manera más efectiva.

Apéndice 5. *Encuesta a estudiantes sobre el uso de tecnología*

Encuesta a estudiantes sobre el uso de tecnología en las clases de matemáticas.

¿En tus clases de matemáticas, alguna vez has utilizado tecnología como parte de las lecciones?

Sí

No

Si respondiste sí, ¿te ayuda la tecnología a entender mejor las matemáticas?

Sí, mucho

Un poco

No, nada

¿Te gustaría que se usara más tecnología para aprender matemáticas?

Sí

No

No estoy seguro

¿Qué actividades en clase de matemáticas te gustaría que se hicieran con más tecnología? (Respuesta abierta)

¿Cómo prefieres aprender matemáticas?

Usando tecnología

Solo con clases tradicionales

Una mezcla de ambos

¿Qué piensas sobre la tecnología en la clase de matemáticas?

Me hace más divertido aprender

Me ayuda a comprender mejor los temas

No me gusta mucho, prefiero las clases tradicionales

Si alguna vez has tenido dificultades con la tecnología en clase, ¿qué dificultades has encontrado? (Respuesta abierta)