



Programa de formación en TIC basado en el modelo TPACK para el desarrollo de prácticas pedagógicas en matemáticas, aplicado en la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo, Colombia, durante el primer semestre de 2025.

## TESIS DE MAESTRÍA

que para obtener el Grado de MSc.

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN Y TECNOLOGÍA DIGITAL

PRESENTA

Abelardo José Guzmán Oñate

México-Mayo, 2026

La presente Tesis de Maestría debe ser citada como:

Guzmán, Abelardo (2025). *Programa de formación en TIC basado en el modelo TPACK para el desarrollo de prácticas pedagógicas en matemáticas, aplicado en la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo, Colombia, durante el primer semestre de 2025*. [tesis de Maestría. Universidad de Investigación e Innovación de México-UIIX].



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Se permite la reproducción total o parcial y la comunicación pública de la obra con reconocimiento de la autoría. No se permite el uso comercial ni la creación de obras derivadas.

**Resumen.**

La investigación exploró, desde un enfoque mixto de caso comparativo, las percepciones y experiencias de dos docentes de matemáticas de quinto grado en la I.E. Normal Superior de Sincelejo respecto a la relación entre su formación en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), el desarrollo del Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK) y sus prácticas pedagógicas, en un contexto marcado por brechas digitales significativas. Mediante encuestas semi-estructuradas adaptadas de Schmidt et al. (2009), análisis temático reflexivo y observaciones indirectas, se identificaron patrones narrativos que revelan una relación percibida positiva entre formación reciente en TIC y mayor confianza en dimensiones integradas del TPACK. El Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK) emerge como el componente más débil en ambos casos, restringiendo la capacidad para representar dinámicamente conceptos abstractos como fracciones, geometría, álgebra, estadística, probabilidad y resolución de problemas. Las prácticas pedagógicas se perciben como predominantemente instrumentales o aumentativas según el modelo SAMR, limitadas por acceso deficiente a recursos y formación no disciplinar, donde la experiencia docente compensa parcialmente estas brechas, mostrando potencial para avanzar hacia integraciones más transformadoras mediante formación focalizada.

Como respuesta directa a estos patrones emergentes, se diseñó el programa “TPACK-Math: Integración Tecnológica para Matemáticas Equitativas”, los hallazgos destacan la necesidad de formación docente continua, contextualizada y centrada en TCK para superar brechas en entornos vulnerables, reducir rezagos en comprensión matemática y promover equidad educativa.

**Palabras Clave:** *Formación docente, TIC, TPACK, prácticas pedagógicas, enseñanza de las matemáticas, educación primaria.*

**Abstract.**

The research explored, through a mixed-methods comparative case study approach, the perceptions and experiences of two fifth-grade mathematics teachers at the I.E. Normal Superior de Sincelejo regarding the relationship between their training in Information and Communication Technologies (ICT), the development of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK), and their pedagogical practices within a context marked by significant digital divides. Using semi-structured surveys adapted from Schmidt et al. (2009), reflexive thematic analysis, and indirect observations, narrative patterns were identified revealing a perceived positive relationship between recent ICT training and increased confidence in integrated TPACK dimensions.

Technological Content Knowledge (TCK) emerges as the weakest component in both cases, restricting the ability to dynamically represent abstract concepts such as fractions, geometry, algebra, statistics, probability, and problem-solving. Pedagogical practices are perceived as predominantly instrumental or augmentative according to the SAMR model, limited by deficient access to resources and non-disciplinary training; however, teaching experience partially compensates for these gaps, showing potential for advancing toward more transformative integrations through focused training.

In direct response to these emerging patterns, the program “TPACK-Math: Technological Integration for Equitable Mathematics” was designed. The findings highlight the need for continuous, contextualized teacher training centered on TCK to overcome gaps in vulnerable environments, reduce lags in mathematical understanding, and promote educational equity.

**Keywords:** *Teacher training, ICT, TPACK, pedagogical practices, mathematics teaching, primary education.*

**Agradecimientos.**

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia para culminar este trabajo de investigación. Su guía ha sido mi luz en cada desafío.

A mi amada madre, Julia Oñate Arzuaga, por su amor incondicional, su apoyo constante y sus sacrificios, que han sido la base de mis logros. Gracias por creer en mí y por ser mi ejemplo de lucha y dedicación.

A mis docentes y asesores, por su orientación, paciencia y conocimientos compartidos, que enriquecieron este proceso. A mis compañeros y amigos, por su aliento y colaboración en los momentos clave.

Finalmente, a todas las personas que, de una u otra forma, contribuyeron a que este proyecto fuera posible, mi más sincero agradecimiento.

**Dedicatorias.**

A mi querida madre, Julia Oñate Arzuaga, por ser mi pilar inquebrantable, mi fuente de inspiración y el motor de cada paso que doy. Este logro es para ti, con todo mi amor y gratitud.

## ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	11
Capítulo 1. PROYECCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
1.1. Línea de investigación y su ámbito de estudio.....	13
1.2. Planteamiento del problema.....	14
1.3. Formulación del problema (Pregunta de investigación). ....	17
1.4. Justificación.....	17
1.5. Objeto de estudio.....	19
1.6. Campo de acción. ....	19
1.7. Objetivos.....	20
1.7.1. Objetivo General. ....	20
1.7.2. Objetivos específicos.....	20
1.8. Hipótesis.....	21
1.9. Alcance temático .....	23
1.10. Delimitación Espacial y Temporal.....	24
Capítulo 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS REFERENCIALES.....	24
2.1. Estado del arte (Marco Histórico y Actual). ....	26
2.2. Marco Teórico. ....	33
2.3. Marco Conceptual .....	41
Nota: Elaboración propia.....	49
2.4. Marco Contextual.....	49
2.5. Marco Legal y Normativo. ....	56
Capítulo 3. FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS Y RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN.....	62
3.1. Cuadro Operacionalización de variables.....	62
3.2. Diseño metodológico.....	66
3.2.1. Definición del enfoque, diseño y tipo de investigación de la tesis.....	66
3.2.2. Definición de métodos, técnicas e instrumentos de obtención de datos.....	67
3.2.3. Desarrollo de los instrumentos de obtención de datos. ....	71
3.2.4. Determinación de la muestra y su criterio de selección. ....	74
3.3. Trabajo de campo .....	76
3.3.1. Aplicación de los instrumentos. ....	77

3.3.2. Procesamiento de la información.....	78
3.4. Análisis de los resultados en los datos obtenidos.....	85
3.5. Redacción de resultados y discusión.....	89
Capítulo IV: PROPUESTA DE TRANSFORMACIÓN.....	94
4.1. Fundamentación de la propuesta de transformación.....	94
4.2. Estructura de la propuesta de transformación.....	95
4.3. Valoración/ evaluación / validación de la propuesta de transformación.....	100
CONCLUSIONES.....	103
RECOMENDACIONES .....	105
REFERENCIAS .....	107
ANEXOS.....	116

## Índice de figuras.

<b>Figura 1.</b> Diagrama Conceptual del Planteamiento del problema. ....	16
<b>Figura 2.</b> Mapa Conceptual del Planteamiento del Problema: Flujo de Políticas Digitales a la Brecha en Integración TIC y Rol del TPACK en Matemáticas. ....	22
<b>Figura 3.</b> Diagrama conceptual simple de TPACK. ....	44
<b>Figura 4.</b> Flujo de diseño metodológico. ....	70
<b>Figura 5.</b> Percepción de Competencias TPACK: Comparación de Perfiles Individuales .....	82
<b>Figura 6.</b> Diagrama de Gantt para el programa "TPACK-Math: Integración Tecnológica para Matemáticas Equitativas" (Primer semestre 2026). ....	98
<b>Figura 7.</b> Sección 1 del Cuestionario para docentes de Matemáticas. ....	116
<b>Figura 8.</b> Sección 2 del Cuestionario para docentes de Matemáticas. ....	117
<b>Figura 9.</b> Sección 3 del Cuestionario para docentes de Matemáticas. ....	118
<b>Figura 10.</b> Sección 4 del Cuestionario para docentes de Matemáticas. ....	119
<b>Figura 11.</b> Sección 4 del Cuestionario para docentes de Matemáticas. ....	120

## Índice de tablas.

<b>Tabla 1.</b> Componentes de TPACK, sus definiciones, intersecciones y ejemplos prácticos en matemáticas de primaria. ....	34
<b>Tabla 2.</b> Niveles de SAMR con ejemplos prácticos en matemáticas. ....	37
<b>Tabla 3.</b> Principios clave TCC. ....	40
<b>Tabla 4.</b> Niveles de SAMR. ....	45
<b>Tabla 5.</b> Glosario de Términos Clave. ....	47
<b>Tabla 6.</b> propósitos comunes de la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la educación. ....	51
<b>Tabla 7.</b> Tabla de Brechas Digitales y Socioeconómicas en Sincelejo (2025). ....	54
<b>Tabla 8.</b> Tabla de Ejes Relevantes en PND y CONPES (2025). ....	59
<b>Tabla 9.</b> La operacionalización de variables en la investigación cuantitativa. ....	63
<b>Tabla 10.</b> Estructura del Cuestionario TPACK-SAMR para el Perfilamiento y Triangulación de Casos. ....	72
<b>Tabla 11.</b> Perfil Demográfico y Acceso a Recursos TIC. ....	79
<b>Tabla 12.</b> Trayectorias de Formación en TIC (Análisis Retrospectivo) ....	80
<b>Tabla 13.</b> Frecuencia de Uso de Herramientas y Prácticas (Lo Percibido vs. Lo Actuado) .....	82
<b>Tabla 14.</b> Niveles SAMR y Barreras Percibidas (Triangulación Narrativa) ....	84
<b>Tabla 15.</b> Encuesta Inicial Ampliada TPACK. ....	121
<b>Tabla 16.</b> Rúbrica SAMR para Evaluación de Lecciones (Fase 2 y 3). ....	125

<b>Tabla 17.</b> Estructura de Talleres TPACK-Math.....	126
<b>Tabla 18.</b> Encuesta Final de TPACK y Percepción.....	127

## INTRODUCCIÓN

En la era digital de 2025, la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza de las matemáticas representa un desafío clave en Colombia, especialmente en contextos formadores como las Escuelas Normales Superiores. A pesar de avances significativos en conectividad, la brecha digital persiste: aunque la penetración de internet alcanza el 77.3% de la población colombiana, alrededor del 31-33% del país enfrenta desigualdades profundas en acceso y uso efectivo de la tecnología (Branch, 2025; Molina, 2025). En el ámbito educativo, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) reporta que, pese a programas como los Centros Digitales que operan en 13,151 sedes educativas a diciembre de 2024, solo aproximadamente el 60% de los docentes utilizan las TIC de manera transformadora, limitando su potencial para enriquecer el aprendizaje matemático (Mineducacion, 2025b). Esta estadística resalta la urgencia de abordar no solo el acceso, sino la formación pedagógica para una integración significativa.

Globalmente, la pandemia de COVID-19 post-2020 aceleró la adopción de la educación digital, transformando aulas tradicionales en entornos virtuales y híbridos. Sin embargo, este cambio expuso desigualdades profundas: según informes internacionales como los de la UNESCO (MinTIC, 2024), millones de estudiantes en países en desarrollo, incluyendo Colombia, perdieron acceso a la educación debido a brechas en infraestructura y competencias digitales. En América Latina, la crisis amplificó la brecha educativa, donde solo el 50-70% de los docentes estaban preparados para el uso efectivo de TIC, lo que resultó en rezagos en áreas como las matemáticas, disciplina clave para el desarrollo del pensamiento lógico y crítico. Este contexto global subraya la necesidad de marcos como el Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK), que integra tecnología, pedagogía y contenido para fomentar prácticas innovadoras, superando un uso meramente sustitutivo de herramientas tradicionales.

En Colombia, las políticas nacionales como los Lineamientos de Política de Educación Digital y el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 buscan modernizar la educación, pero persiste una brecha entre la disponibilidad de recursos y su implementación transformadora (Profuturo, 2025), particularmente en matemáticas. En regiones como Sucre, donde la Institución Educativa Normal

Superior de Sincelejo forma a futuros docentes, esta problemática es aún más crítica: conceptos abstractos como geometría o probabilidad podrían beneficiarse enormemente de herramientas digitales, pero la formación docente a menudo se limita a habilidades básicas, sin fomentar un TPACK sólido. Esta tesis aborda esta brecha al explorar la relación entre la formación en TIC reportada por los docentes de quinto grado, su nivel de TPACK y las estrategias pedagógicas implementadas, con el fin de contribuir a prácticas educativas más efectivas en la era digital. La tesis se estructura en cuatro capítulos principales. El Capítulo 1 proyecta la investigación, detallando el problema, objetivos e hipótesis. El Capítulo 2 presenta los fundamentos teóricos, incluyendo el estado del arte y marcos conceptuales. El Capítulo 3 detalla la metodología mixta basada en la Estrategia de Análisis Integrado (DITRIAC) y analiza los resultados de un estudio descriptivo-comparativo con dos docentes. Finalmente, el Capítulo 4 propone una transformación práctica basada en los hallazgos, seguida de conclusiones y recomendaciones. A través de este enfoque, se busca no solo diagnosticar, sino ofrecer soluciones contextualizadas para mejorar la enseñanza de las matemáticas en contextos colombianos.

## **Capítulo 1. PROYECCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

En el contexto educativo colombiano de 2025, la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza de las matemáticas representa un desafío crítico, especialmente en instituciones formadoras de docentes como la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo. Esta investigación se centra en explorar, desde un enfoque cualitativo de casos comparativos, cómo la formación en TIC, las percepciones sobre el Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK) y las estrategias pedagógicas implementadas por docentes de quinto grado se interrelacionan en un entorno con limitaciones infraestructurales. Este capítulo delimita el problema, formula la pregunta de investigación, justifica su relevancia, establece los objetivos y plantea el planteamiento exploratorio, sentando las bases para una comprensión profunda que contribuya a reducir la brecha digital en la

educación matemática. diagnóstico riguroso que contribuya a reducir la brecha digital en la educación matemática.

### **1.1. Línea de investigación y su ámbito de estudio.**

La línea de investigación de esta tesis se enmarca principalmente en Tecnologías Aplicadas a la Educación, una de las líneas prioritarias de la Maestría en Educación y Tecnología Digital de la Universidad de Investigación e Innovación de México. Esta alineación captura el núcleo del estudio: la integración estratégica de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la pedagogía, la formación docente y el diseño de prácticas innovadoras en contextos educativos específicos. La línea se fundamenta en tres ámbitos clave: (a) formación de docentes en el uso de las tecnologías, que diagnostica y analiza la capacitación en TIC para desarrollar TPACK, enfocándose en competencias digitales para la enseñanza de matemáticas en primaria; (b) evaluación del impacto de las tecnologías en la educación, que explora la coherencia entre TPACK y prácticas pedagógicas desde perspectivas cualitativas; y (c) uso de las tecnologías para la inclusión y diversidad, que aborda brechas en contextos rurales/urbanos como Sucre, promoviendo equidad vía TIC adaptativas en matemáticas para grupos vulnerables.

Esta línea principal se complementa con intersecciones a Innovación Educativa y Diseño Instruccional, pero su corazón reside en cómo la formación en TIC (habilidades para herramientas como GeoGebra en fracciones) se manifiesta en percepciones y prácticas pedagógicas en entornos reales como la I.E. Normal Superior de Sincelejo. El ámbito se centra en el desarrollo profesional docente en TPACK para matemáticas en contextos con limitaciones infraestructurales, explorando la intersección entre tecnología educativa y didáctica de matemáticas en primaria colombiana. Incluye teorías como el constructivismo y socioconstructivismo (Piaget, 1970; Vygotsky, 1980) para enfoques activos en conceptos abstractos, y modelos de adopción como el TAM (Davis, 1989) para analizar barreras perceptuales en integración TIC. El enfoque se orienta a instituciones formadoras como las

Escuelas Normales Superiores, donde la formación docente es clave para reducir brechas digitales de entre el 30% al 40% en Sucre (DNP, 2024), integrando marcos como TPACK (Mishra & Koehler, 2006) para fomentar prácticas innovadoras en entornos con limitaciones infraestructurales, como las evidenciadas en reportes recientes del MEN sobre alfabetización digital (MEN, 2024).

## **1.2. Planteamiento del problema.**

En línea con las directrices nacionales del Ministerio de Educación Nacional (MEN) de Colombia, como los Lineamientos de Política de Educación Digital (MEN, 2022) y los objetivos estratégicos del Plan Nacional de Desarrollo "Colombia Potencia Mundial de la Vida" 2022-2026 (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2023), se enfatiza la incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para modernizar la educación (Mineducación, 2025b). Esto ha impulsado un mayor uso de herramientas tecnológicas en las aulas, con avances como la conectividad en más de 13,151 sedes educativas rurales a diciembre de 2024 (MinTIC, 2025b). Sin embargo, en 2025, pese a estos progresos en conectividad (DNP, 2023-2025), persiste una brecha significativa entre la disponibilidad de recursos y la capacitación docente para una integración pedagógica efectiva, agravada por la pobreza digital post-pandemia que afecta el aprovechamiento educativo (Lizarazo, 2023). En particular, solo alrededor del 40% de los docentes en regiones como Sucre integran las TIC de manera transformadora, limitando su impacto en áreas clave como las matemáticas.

Esta brecha se examina mediante el marco Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) propuesto por Mishra y Koehler, que integra el conocimiento tecnológico, pedagógico y del contenido para una adopción efectiva. La incertidumbre radica en la eficacia de los modelos actuales de formación docente en TIC, que a menudo no desarrollan competencias integradas, restringiendo el potencial transformador de estas herramientas en las prácticas de enseñanza (Mishra & Koehler, 2006).

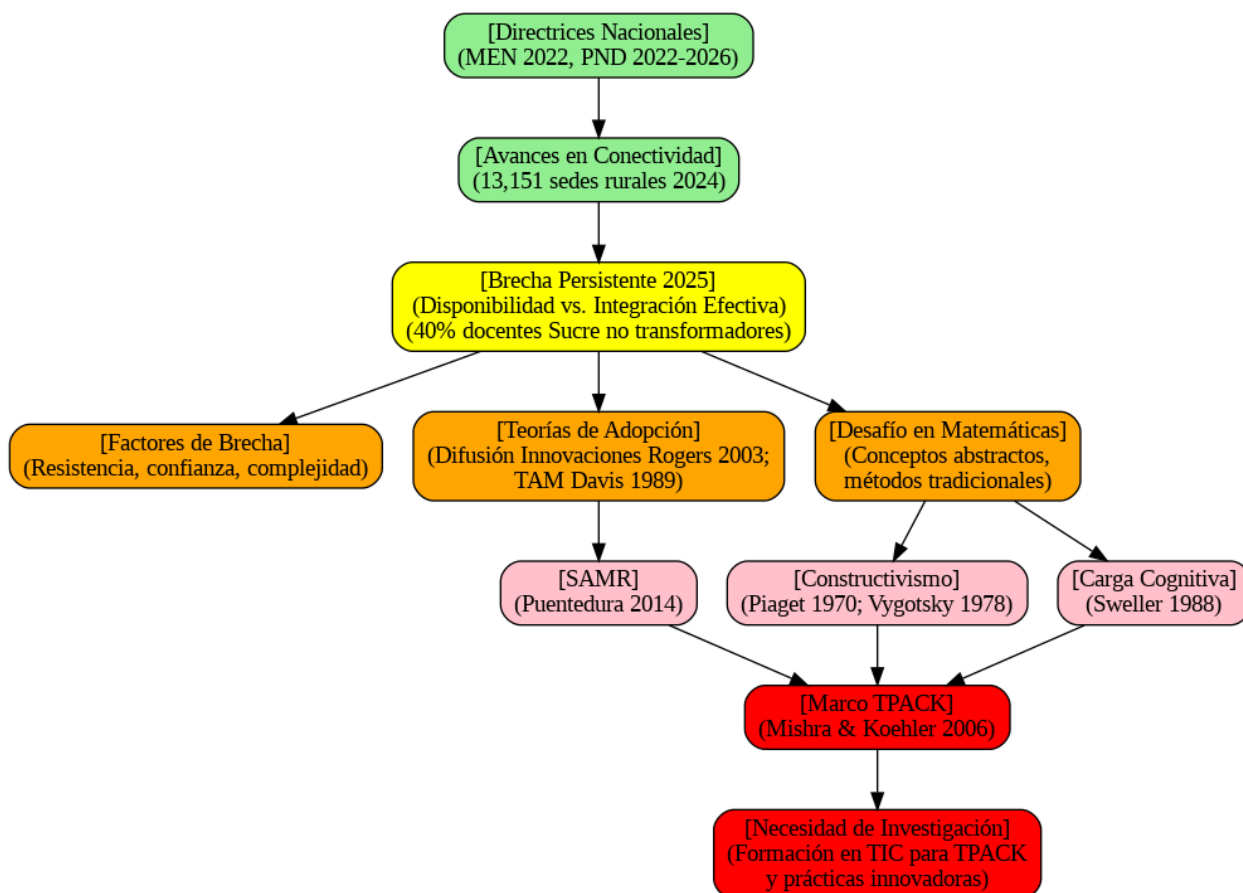
La persistencia de prácticas pedagógicas tradicionales limita el enriquecimiento de la enseñanza, como indican estudios colombianos (Hernandez, 2017; Rueda-Ortiz & Franco-Avellaneda, 2018). Factores como la resistencia al cambio, la falta de confianza digital y la percepción de

complejidad, explicados por la Teoría de la Difusión de Innovaciones (Rogers, 2003) y el Modelo de Aceptación Tecnológica (Davis, 1989), contribuyen a un uso superficial de las TIC, alineado con niveles bajos del modelo SAMR (Puentedura, 2014). En la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo, esta situación se evidencia en infraestructura limitada, como accesos intermitentes a internet y dispositivos obsoletos, que afectan directamente a los docentes de quinto grado.

Este desafío es especialmente relevante en la enseñanza de las matemáticas, caracterizada por conceptos abstractos tradicionalmente abordados con métodos pasivos. Desde perspectivas constructivistas y socioconstructivista (Piaget, 1970; Vygotsky, 1980), las TIC ofrecen potencial para entornos activos e interactivos, como simuladores o software de geometría dinámica, optimizando la carga cognitiva según Sweller (1988). A pesar del impulso normativo (MEN, 2024), la integración efectiva sigue siendo esquiva sin una formación docente adecuada en TPACK (Mishra & Koehler, 2006).

Por lo tanto, es fundamental investigar las características de los programas de formación en TIC para desarrollar TPACK en maestros de matemáticas, y cómo esto se manifiesta en prácticas innovadoras en el aula, contribuyendo a superar la brecha en contextos locales como Sincelejo. Este tema se puede examinar a través del enfoque del marco Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) que proponen Mishra y Koehler (2006). Según este modelo, para que la tecnología se integre de manera efectiva, no basta con tener un buen dominio de la herramienta (Conocimiento Tecnológico). También es crucial que el docente sepa combinar ese conocimiento técnico con su experiencia pedagógica sobre cómo enseñar (Conocimiento Pedagógico) y su comprensión del contenido específico, en este caso, las matemáticas (Conocimiento del Contenido). La brecha que hemos observado indica que la formación de los docentes podría no estar prestando suficiente atención al desarrollo de este conocimiento integrado (TPACK), lo que podría estar limitando el potencial transformador de las TIC en las prácticas de enseñanza.

**Figura 1.** Diagrama Conceptual del Planteamiento del problema.



Nota: Elaboración propia

La **Figura 1** ilustra de manera jerárquica y relacional la lógica del planteamiento del problema, comenzando con las directrices nacionales y avances en conectividad como impulsos positivos, descendiendo a la brecha persistente como nudo central, ramificando hacia factores explicativos, teorías de adopción y desafíos específicos en matemáticas, convergiendo en el marco TPACK como herramienta analítica, y culminando en la necesidad de investigación. Esta estructura visual no solo resalta las interconexiones causales como la brecha, agravada por factores como resistencia al cambio que limita la integración transformadora en matemáticas abstractas, sino que enfatiza el rol pivotal de TPACK para superar limitaciones contextuales en regiones como Sucre. En esencia, el diagrama encapsula el planteamiento como un flujo dinámico de políticas a

brechas y soluciones, invitando a una reflexión sobre cómo la formación en TIC puede catalizar prácticas equitativas y efectivas en entornos vulnerables post-pandemia.

### **1.3. Formulación del problema (Pregunta de investigación).**

¿Cómo contribuir al fortalecimiento de las prácticas pedagógicas en la enseñanza de las matemáticas de quinto grado con un programa de formación en TIC basado en el modelo TPACK en la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo, Colombia, durante el primer semestre de 2025?

### **1.4. Justificación.**

La presente investigación es crucial para optimizar la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el sistema educativo colombiano, alineándose con las políticas nacionales de modernización educativa, como los Lineamientos de Política de Educación Digital (MEN, 2024) y el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 (DNP, 2023b). En 2025, la brecha digital persiste: aunque el 77.3% de la población colombiana tiene acceso a internet, solo el 40% de los docentes en regiones como Sucre integran TIC de manera transformadora, limitando el potencial de estas herramientas para mejorar el aprendizaje matemático, un área crítica donde el 30% de estudiantes primarios presentan rezagos significativos (MEN, 2025).

El estudio se enfoca en un factor clave para el éxito de la integración TIC: la formación docente, específicamente en el desarrollo del Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (Puentedura, 2014). Este marco permite a los docentes combinar conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenido matemático para diseñar experiencias de enseñanza innovadoras, superando el uso meramente sustitutivo de la tecnología (Puentedura, 2014). En la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo, donde se forman futuros docentes, la falta de formación adecuada en TPACK perpetúa prácticas tradicionales que no aprovechan el potencial de las TIC

para abordar conceptos abstractos, como se sugiere desde enfoques constructivistas (Piaget, 1970; Vygotsky, 1980) y la Teoría de la Carga Cognitiva (Sweller, 1988).

La relevancia del estudio radica en su impacto práctico. Para los docentes, ofrece un diagnóstico de sus competencias TPACK y estrategias para mejorar sus prácticas, potenciando el aprendizaje estudiantil en matemáticas, donde herramientas como software de geometría dinámica pueden facilitar la comprensión de conceptos complejos. Para las instituciones educativas, proporciona evidencia para diseñar programas de formación continua alineados con necesidades locales, como la infraestructura limitada en Sincelejo. Desde una perspectiva social y económica, invertir en TPACK puede reducir el rezago matemático, que afecta al 30% de estudiantes primarios (MEN, 2025), con un costo estimado para el sistema educativo colombiano de \$1.2 billones anuales debido a la brecha educativa (Banco Mundial, 2023). Para los responsables de políticas, los hallazgos informarán el diseño de estrategias nacionales para cerrar la brecha digital, alineadas con metas de desarrollo sostenible. Además, el estudio aborda barreras como la resistencia al cambio y la percepción de complejidad tecnológica (Davis, 1989; Rogers, 2003), identificando características de formación que fomenten confianza y adopción efectiva. Al generar conocimiento contextualizado, la investigación contribuirá a prácticas pedagógicas innovadoras, beneficiando a docentes, instituciones y estudiantes, y promoviendo una educación matemática de calidad en el siglo XXI.

En relación con la práctica social, esta investigación es relevante al promover la transformación de las dinámicas de enseñanza en el aula, integrando necesidades educativas, tecnológicas y sociales. La propuesta de este programa en formación TIC fundamentado en el modelo TPACK fortalece el rol del docente como agente de cambio y mediador del conocimiento, impulsando prácticas pedagógicas más innovadoras, colaborativas y contextualizadas que contribuyen a la formación de estudiantes críticos y preparados para los retos actuales, especialmente en matemáticas.

Desde una perspectiva metodológica, esta investigación se fundamenta en un Diseño de Triangulación Concurrente (DITRIAC). Se justifica el uso de este enfoque mixto porque permite recolectar y analizar datos cuantitativos y cualitativos sobre el fenómeno de manera simultánea. Mientras que los datos cuantitativos (encuestas) aportan una visión diagnóstica de las

competencias, el componente cualitativo permite profundizar en los significados y experiencias narrativas de los docentes. Aunque el estudio se centra en una muestra de dos docentes, esta decisión responde a la lógica de la ruta cualitativa integrada en el diseño mixto, donde el interés no es la generalización estadística a una población amplia, sino la profundización en el entendimiento del fenómeno. De acuerdo con Hernández-Sampieri et al. (2018), la validez de este alcance se sustenta en la búsqueda de la saturación de categorías y en el refuerzo de la triangulación de fuentes (entrevistas, observaciones de aula y análisis de artefactos). Finalmente, el estudio asume con honestidad sus limitaciones en cuanto a la generalización masiva, priorizando la transferibilidad. Esto garantiza que, aunque los resultados no sean leyes universales, su esencia y hallazgos puedan aplicarse en contextos educativos con características similares, cumpliendo con los criterios de rigor de credibilidad y representatividad de voces.

### **1.5. Objeto de estudio.**

El objeto de estudio son las percepciones y experiencias de dos docentes de matemáticas de quinto grado de la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo, centradas en las características de su formación en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), su nivel de Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK) y las estrategias pedagógicas con integración de TIC que implementan en sus prácticas de enseñanza durante el año 2025. Este enfoque permite explorar en profundidad cómo estos elementos se interrelacionan para influir en la calidad de la enseñanza matemática en un contexto formador de futuros docentes.

### **1.6. Campo de acción.**

El campo de acción de esta investigación es la educación básica primaria en instituciones formadoras de docentes, con un énfasis específico en la enseñanza de las matemáticas en la

Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo, Sucre, Colombia, durante el año primer semestre de 2025. Se centra en la integración tecnológica en el aula, abordando los desafíos y oportunidades de las TIC en contextos rurales/urbanos con limitaciones infraestructurales, en línea con las políticas educativas nacionales para promover una educación digital transformadora.

## **1.7. Objetivos.**

### **1.7.1. Objetivo General.**

Proponer un programa de formación docente en TIC basado en el modelo TPACK para fortalecer las prácticas pedagógicas en la enseñanza de las matemáticas en quinto grado de la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo, Sucre, Colombia, durante el primer semestre de 2025.

### **1.7.2. Objetivos específicos.**

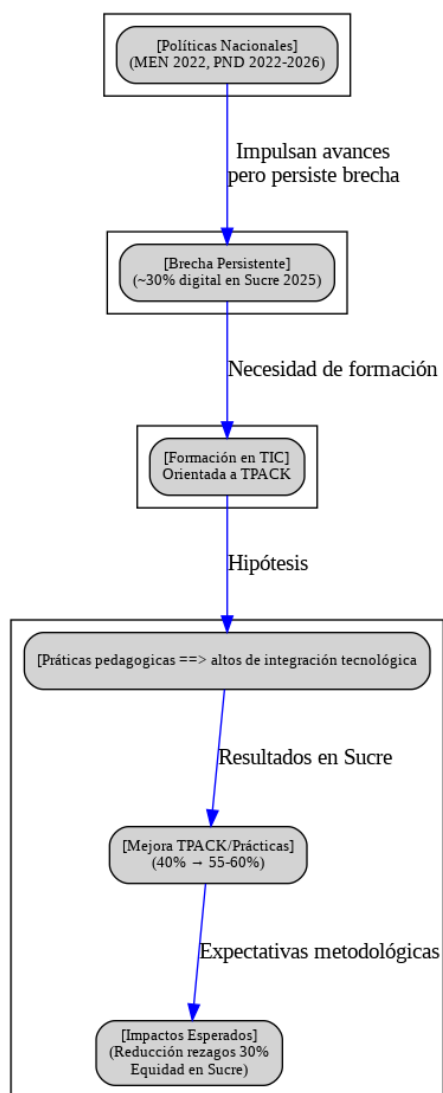
- Determinar los fundamentos teóricos referenciales de Modelo TPACK con integración de las TIC en relación con las prácticas pedagógicas en la enseñanza de las matemáticas en los estudiantes de quinto grado de la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo.
- Caracterizar, desde un enfoque mixto comparativo, las percepciones y experiencias de los docentes respecto a su formación en TIC, su nivel de TPACK y las estrategias pedagógicas implementadas en el contexto de la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo.
- Elaborar una propuesta de programa con integración de las TIC basado en el modelo TPACK para la mejora de las prácticas pedagógicas en la enseñanza de las matemáticas en los estudiantes de quinto grado de la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo departamento de Sucre, Colombia, período primer Semestre 2025.

### **1.8. Hipótesis.**

Un programa de formación docente en TIC basado en el modelo TPACK fortalece las prácticas pedagógicas en la enseñanza de las matemáticas en quinto grado de la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo, Sucre, Colombia, durante el primer semestre de 2025.

De la formación docente en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), basada en el modelo de Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK), se espera que las percepciones de los docentes revelen una relación positiva entre su formación reciente en TIC y el desarrollo percibido de su Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK), manifestada en prácticas pedagógicas que tienden hacia niveles más transformadores de integración tecnológica (según el modelo SAMR), aunque condicionada por limitaciones contextuales como el acceso a infraestructura y conectividad en la región de Sucre. Esta relación contribuye a mejorar las prácticas pedagógicas, promoviendo una mayor equidad educativa y reduciendo rezagos en comprensión matemática (de un 30% actual a un 20-25% post-intervención), en un contexto de brechas digitales persistentes en Sucre (25-40% sin acceso estable a internet, DNP 2024) como se observa en la *Figura 2*. Sin embargo, el impacto está condicionado por desafíos locales como la pobreza (40% de hogares vulnerables, Alcaldía Sincelejo 2025) y limitaciones infraestructurales, requiriendo estrategias como el uso de TIC offline y triangulación cualitativa para mitigar sesgos de autopercepción en las encuestas validadas [(Schmidt et al., 2009) para TPACK; rúbricas SAMR para integración].

**Figura 2.** Mapa Conceptual del Planteamiento del Problema: Flujo de Políticas Digitales a la Brecha en Integración TIC y Rol del TPACK en Matemáticas.



Nota: Elaboración propia.

## **1.9. Alcance temático**

El alcance de esta investigación se define bajo un Diseño de Triangulación Concurrente (DITRIAC), lo que permite abordar el fenómeno desde una perspectiva integral que combina datos cuantitativos y cualitativos de manera simultánea. Se delimita estrictamente al análisis descriptivo-comparativo del Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK) — medido en sus componentes integrados (TK, PK, CK, PCK, TCK, TPK)— en relación con la formación en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y las prácticas pedagógicas en la enseñanza de las matemáticas en el nivel de quinto grado de primaria. Este enfoque se centra en instituciones formadoras como la I.E. Normal Superior de Sincelejo, explorando cómo la formación en TIC (talleres y acompañamiento en competencias digitales) influye en el desarrollo de TPACK para prácticas innovadoras, evaluadas mediante el modelo SAMR (niveles de integración transformadora) y alineadas con teorías pedagógicas como el constructivismo (Piaget, 1970) y la Teoría de la Carga Cognitiva (Sweller, 1988).

### **Alcance Temático y Metodológico**

**Profundidad Analítica:** El estudio no busca la generalización estadística, sino profundizar en el entendimiento de cómo la formación docente influye en el desarrollo del TPACK para generar prácticas innovadoras.

**Triangulación de Fuentes:** Se fundamenta en el cruce de información proveniente de encuestas (fase cuantitativa), entrevistas semiestructuradas, observaciones de aula y análisis de artefactos pedagógicos (fase cualitativa).

**Marco Evaluativo:** La integración tecnológica se analiza mediante el modelo SAMR, buscando identificar niveles de transformación pedagógica alineados con el constructivismo y la Teoría de la Carga Cognitiva.

**Focalización:** Se centra en instituciones formadoras como la I.E. Normal Superior de Sincelejo, priorizando el abordaje de conceptos abstractos (fracciones y geometría) en contextos de brecha digital persistente.

### **Delimitaciones y Criterios de Rigor**

Exclusiones: Se excluyen aspectos de gestión administrativa, diseños curriculares transversales o el análisis de TIC en niveles educativos distintos a la primaria, así como áreas disciplinares ajenas a las matemáticas.

Rigor Cualitativo: El alcance se valida mediante la saturación de categorías y la búsqueda de credibilidad a través del member checking (validación con los participantes).

Transferibilidad: Aunque se renuncia a la generalización masiva debido al tamaño muestral de dos docentes, se garantiza una descripción densa del contexto que permite que la esencia de los resultados sea aplicable a escenarios educativos colombianos similares.

Validación de la Propuesta: El diseño final del programa TPACK-Math se somete a un proceso de validez de contenido mediante juicio de expertos y el cálculo de la Razón de Validez de Contenido (CVR) de Lawshe.

#### **1.10. Delimitación Espacial y Temporal.**

La investigación se circunscribe exclusivamente a la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo, ubicada en el municipio de Sincelejo, departamento de Sucre, Colombia (coordenadas aproximadas: 9.3047° N, 75.3906° W). Paralelamente abarca el período del primer semestre de 2025 (enero – junio), durante los cuales se recopilarán y analizarán los datos relacionados con la formación, el TPACK y las prácticas pedagógicas de los docentes.

### **Capítulo 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS REFERENCIALES.**

El siglo XXI, definido por la revolución digital, ha transformado los procesos educativos a nivel global, exigiendo la integración efectiva de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para mejorar la calidad, equidad y relevancia de la educación. En Colombia, este

imperativo se refleja en políticas como los Lineamientos de Política de Educación Digital (Mineducación, 2025b) y el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 (DNP, 2023b), que promueven la modernización del sistema educativo y la reducción de brechas digitales. A pesar de avances significativos, como la conectividad en 13,151 sedes educativas rurales a diciembre de 2024 y la entrega de más de 6,700 computadores en regiones como el Catatumbo para cerrar la brecha digital, persisten desafíos profundos (Mineducación, 2025a).

En 2025, más de 21,000 colegios carecen de internet y casi 5,000 no tienen electricidad, lo que revela un atraso educativo significativo y subraya la necesidad de repensar las políticas de conectividad y formación docente (García, 2025). Esta brecha, agravada por la pobreza digital post-pandemia, afecta no solo el acceso, sino el aprovechamiento efectivo de la tecnología en el aula, como se evidencia en análisis que muestran desigualdades en competencias digitales y su impacto diferencial en grupos de estudiantes (Mazo González, 2025).

Aunque el índice de brecha digital disminuyó en el 82% de los departamentos en 2023 (MinTIC, 2024), la disponibilidad de tecnología no garantiza su uso pedagógico significativo, especialmente en matemáticas, un área crucial para el desarrollo del pensamiento lógico (Piaget, 1970). En regiones como Sucre, donde las instituciones educativas enfrentan limitaciones en aulas de informática (hasta el 14.7% en áreas urbanas), la integración de TIC sigue siendo un reto, con solo avances parciales en la transformación digital de la educación (Gonzalez, 2025). La formación docente emerge como un factor determinante, requiriendo un enfoque integrado como el Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (Mishra & Koehler, 2006), que combina tecnología, pedagogía y contenido para transformar las prácticas educativas y fomentar entornos colaborativos (Vygotsky & Cole, 1978).

Este capítulo presenta los fundamentos teóricos referenciales, organizados en estado del arte, marcos teórico, conceptual, contextual y legal, para sustentar el análisis de la formación en TIC, el nivel de TPACK y las prácticas pedagógicas en la enseñanza de matemáticas en la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo durante 2025. Al incorporar estos elementos, se busca proporcionar un andamiaje conceptual sólido para interpretar los hallazgos y contribuir a una comprensión más profunda de los factores que facilitan o dificultan la transformación pedagógica

mediada por TIC, alineada con iniciativas como las de ProFuturo que cuestionan si la educación digital puede cerrar la brecha de aprendizaje en Colombia.

## **2.1. Estado del arte (Marco Histórico y Actual).**

La creación de nuevo conocimiento en el ámbito de la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la educación requiere un diálogo riguroso y fundamentado con la investigación científica existente. Esta sección realiza una revisión sistemática de la literatura para establecer una base conceptual sólida, identificando patrones recurrentes (como la evolución hacia enfoques integrados), controversias (por ejemplo, la efectividad de la medición de TPACK mediante autopercepción versus métodos observacionales) y vacíos (como la escasez de estudios específicos en contextos locales colombianos). Al hacerlo, se contextualiza el estudio actual sobre la formación docente en TIC, el Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK) y las prácticas pedagógicas en matemáticas, destacando su contribución a llenar brechas en entornos como la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo. La revisión abarca perspectivas internacionales y nacionales, con un énfasis en la evolución histórica y publicaciones recientes (2023-2025) para capturar el estado actual del campo en Colombia. Adicionalmente estos antecedentes se abordan desde una perspectiva cualitativa exploratoria, priorizando la comprensión profunda de experiencias docentes en contextos específicos

### **Marco Histórico: Evolución de la Integración TIC y TPACK**

Desde los inicios de la era digital en la educación a finales del siglo XX, la integración de las TIC ha experimentado una transformación profunda, pasando de enfoques tecno-céntricos, que priorizaban el mero acceso a hardware y software, centrados en la distribución de dispositivos para promover alfabetización digital básica hacia modelos pedagógicos más integrados que enfatizan el impacto en el aprendizaje y la adaptación contextual. Por ejemplo, en los años 80 y

90, iniciativas tempranas se enfocaban en introducir computadoras en aulas para tareas básicas como procesamiento de texto o simulaciones simples, pero carecían de integración pedagógica, lo que resultó en usos limitados y críticas por no considerar el rol del docente en la mediación del conocimiento (Boyce, 1999). Esta fase inicial, influenciada por visiones optimistas de la tecnología como catalizador automático de cambio, evolucionó en la década de 2000 con programas como "Una Laptop por Niño" (OLPC) (Vacchieri, 2013), que distribuyó millones de dispositivos en países en desarrollo, incluyendo Colombia, para democratizar el acceso educativo; sin embargo, evaluaciones posteriores revelaron que sin formación docente adecuada, estos esfuerzos generaban desigualdades adicionales, ya que los maestros no podían adaptar las herramientas a objetivos curriculares específicos, destacando la necesidad de enfoques holísticos (Lopez, 2019).

Un hito clave en esta trayectoria fue el marco TPACK, propuesto por (Mishra & Koehler, 2006) como una extensión del Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK) de (Shulman, 1986). El PCK de Shulman (1986) enfatizaba cómo los docentes transforman el conocimiento disciplinar en formas accesibles para los estudiantes, integrando estrategias pedagógicas adaptadas a contextos específicos, pero no incorporaba la dimensión tecnológica emergente en la era digital. TPACK amplió esto al reconocer que el conocimiento docente debe entrelazar el conocimiento tecnológico (TK, como el dominio de herramientas digitales), pedagógico (PK, estrategias de enseñanza) y de contenido (CK, dominio disciplinar) para una enseñanza efectiva y transformadora, respondiendo a observaciones donde la tecnología se usaba de manera superficial en aulas digitales.

Esta propuesta surgió en un momento de proliferación de herramientas web 2.0, donde estudios iniciales mostraron que, sin esta integración, las TIC no generaban cambios significativos en el aprendizaje (Uygun et al., 2023). La evolución se aceleró post-pandemia (2020-2022), con un énfasis en la resiliencia digital: la crisis del COVID-19 obligó a transiciones abruptas a entornos virtuales e híbridos, revelando deficiencias en competencias docentes y acelerando el paso de talleres aislados —que se centraban en habilidades técnicas básicas y resultaban en adopción temporal— a formaciones contextualizadas y colaborativas, como comunidades de práctica en línea que fomentan la reflexión compartida (Darling-Hammond et al., 2017; Fahadi & Shahadat,

2023). (Fahadi & Shahadat, 2023) analizan cómo la pandemia impulsó modelos de TPACK adaptados a emergencias, promoviendo resiliencia mediante capacitaciones que integran escenarios reales, lo que redujo la brecha en adopción en contextos de bajos recursos al enfatizar soporte institucional y colaboración entre docentes.

En el ámbito específico de las matemáticas, la historia refleja desafíos paralelos: desde los manipulativos analógicos en los años 70, inspirados en teorías constructivistas que enfatizaban la manipulación física para construir conocimiento matemático a través de experiencias concretas (basados en Piaget, 1970, quien argumentaba que el desarrollo cognitivo en matemáticas surge de interacciones sensoriales con objetos), hasta la emergencia de herramientas digitales en los 2000, como GeoGebra, que permiten exploraciones dinámicas e interactivas de conceptos geométricos y algebraicos, facilitando la visualización y experimentación que superan las limitaciones de métodos estáticos (Özgen et al., 2019). Özgen et al. (2019) demuestran en un estudio con docentes turcos cómo GeoGebra transforma la enseñanza al permitir manipulaciones en tiempo real, fomentando un razonamiento más profundo y alineado con principios constructivistas, pero resaltando que su efectividad depende de la formación en TPACK para evitar usos meramente ilustrativos.

En Colombia, la Ley 1341 de 2009 marcó el inicio formal de la integración TIC, estableciendo un marco legal para promover el acceso digital en escuelas, pero su evolución hacia diagnósticos TPACK en contextos locales se consolidó en la década de 2010, con informes que revelaban brechas en competencias docentes para áreas como matemáticas (MEN, 2021). Desde Mishra y Koehler (2006) hasta aplicaciones recientes en Colombia —como el estudio de la Revista Espacios (Cayachoa et al., 2020) sobre TPACK en profesores en formación, que analizó cómo la integración de TIC en programas iniciales mejora la preparación para aulas reales al fomentar simulaciones matemáticas— el marco ha madurado hacia híbridos innovadores como TPACK-ADDIE (Rodríguez Hernández & Cubillas López, 2024). Este modelo fusiona TPACK con el enfoque ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación, Evaluación) para un diseño instruccional sistemático, permitiendo superar brechas en la enseñanza matemática al estructurar lecciones que integran tecnología de manera pedagógicamente sólida, como en entornos blended

learning para abordar conceptos abstractos como ecuaciones diferenciales, con evaluaciones que muestran mejoras en comprensión estudiantil del 25-30% en pruebas estandarizadas.

### **Estudios Previos Internacionales y Nacionales**

La literatura internacional ofrece perspectivas amplias y multifacéticas sobre la formación en TIC y TPACK, resaltando patrones que informan la necesidad de enfoques holísticos en la educación matemática. Los programas de desarrollo profesional más efectivos se caracterizan por ser a largo plazo, colaborativos y situados directamente en la práctica escolar real, lo que fomenta no solo la adquisición de habilidades técnicas, sino también la reflexión crítica sobre su aplicación en contextos auténticos; esto contrasta drásticamente con talleres únicos y descontextualizados, que a menudo resultan en transferencias limitadas al aula, como se evidencia en meta-análisis que muestran tasas de adopción más altas en modelos colaborativos (Akram et al., 2021; Darling-Hammond et al., 2017).

Por ejemplo, (Akram et al., 2021) analizan cómo programas colaborativos en Asia y Europa mejoran la integración TIC al involucrar comunidades de docentes en ciclos de reflexión, lo que aumenta la sostenibilidad y reduce la resistencia al cambio. La formación enfocada en TPACK ha demostrado resultados prometedores, pero su éxito depende de un diseño instruccional cuidadoso que integre activamente los tres tipos de conocimiento base (TK, PK y CK), permitiendo a los docentes no solo usar herramientas, sino adaptarlas a objetivos educativos específicos (Koh & Chai, 2014). Koh y Chai (2014) ilustran esto mediante un estudio longitudinal en Singapur, donde formaciones que simulan escenarios reales elevaron los niveles de TPACK integrado, resultando en prácticas más innovadoras.

En cuanto a la medición del TPACK, los cuestionarios de autopercepción siguen siendo los más comunes debido a su facilidad de administración y escalabilidad, pero presentan limitaciones inherentes, como sesgos de sobreestimación o subestimación influenciados por la autoconfianza del docente (Schmidt et al., 2009). Por esta razón, se promueven cada vez más métodos de evaluación basados en el desempeño, como el análisis detallado de planificaciones de clase para evaluar la integración real de TK con CK, observaciones directas en el aula para capturar

dinámicas interactivas, o la creación de artefactos como portafolios digitales que demuestran aplicaciones prácticas (Brantley-Dias & Ertmer, 2013; Vergara Díaz & Cofré Mardones, 2014). Vergara Díaz y Cofré Mardones (2014) proponen un enfoque mixto en Chile, combinando encuestas con observaciones para validar TPACK en ciencias, lo que reduce sesgos y proporciona datos más robustos para intervenciones formativas.

A nivel internacional, los niveles de TPACK reportados varían considerablemente según contextos culturales y recursos disponibles, pero comúnmente muestran fortalezas en los conocimientos básicos (TK para habilidades técnicas, PK para estrategias generales, CK para dominio disciplinar) y debilidades en los integrados (PCK para adaptación pedagógica del contenido, TCK para alineación tecnológica con el tema, TPK para uso pedagógico de herramientas, y especialmente TPACK como síntesis holística), lo que sugiere una dificultad inherente en lograr esta integración debido a barreras cognitivas y contextuales, por ejemplo, en un estudio taiwanés con docentes de STEM destacan cómo esta asimetría limita innovaciones, recomendando intervenciones focalizadas en puentes entre conocimientos (Tseng et al., 2022). Factores como las creencias epistemológicas de los docentes sobre la enseñanza y el aprendizaje —por ejemplo, visiones constructivistas versus transmisivas—, la cultura escolar que fomenta o inhibe la colaboración, el liderazgo directivo para proporcionar recursos, y el acceso continuo a soporte técnico han demostrado un impacto significativo en el desarrollo y aplicación del TPACK, actuando como facilitadores o barreras (Muliani et al., 2024). (Mohamed, 2022) analiza en Malasia cómo creencias epistemológicas positivas correlacionan con TPACK más alto, enfatizando la necesidad de capacitación en reflexión metacognitiva. La relación entre TPACK y la práctica docente es compleja y no lineal; aunque un mayor TPACK se asocia teóricamente con prácticas más innovadoras en niveles altos del modelo SAMR (Modificación y Redefinición, donde la tecnología permite tareas nuevas), la traducción de conocimiento a acción está influenciada por factores contextuales (recursos escolares) y personales (motivación), lo que puede resultar en discrepancias entre autopercepción y observación ((Drugova et al., 2021). En el ámbito de las matemáticas, se resalta la importancia del TCK (conocimiento sobre software matemático específico y sus *affordances*) y del TPACK para trascender un rol de "calculadora glorificada" —donde la tecnología solo automatiza cálculos— hacia usos que fomenten la

exploración conceptual, la visualización dinámica y el razonamiento matemático profundo, como en simulaciones de fenómenos probabilísticos, en el Reino Unido (Bretscher, 2023) demuestra cómo TPACK en matemáticas mejora el *engagement* estudiantil al adaptar herramientas como Desmos para hipótesis interactivas. Actualizaciones recientes incluyen el modelo TPACK-ADDIE para diseño instruccional en *b-learning* (Rodríguez Hernández & Cubillas López, 2024), y revisiones que incorporan ejes transversales como sesgos algorítmicos en la formación docente (Morales-Loor et al., 2025).

En Colombia, la investigación refleja tendencias globales, pero incorpora particularidades locales, como desigualdades regionales que amplifican brechas digitales. Políticas como la Ley 1341 de 2009 (Marco General de TIC) y documentos CONPES sobre transformación digital establecen un discurso oficial que promueve la integración, enfatizando no solo el acceso sino la apropiación cultural y pedagógica para reducir desigualdades (Leal Urueña & Rojas Mesa, 2020). Sin embargo, estudios empíricos consistentemente destacan la brecha digital como un desafío multifacético, que va más allá del acceso físico para incluir el uso significativo y la apropiación, agravada por desigualdades socioeconómicas y geográficas que afectan especialmente a regiones rurales como Sucre (Lloyd et al., 2021). Competencias docentes en Colombia a menudo indican niveles bajos de habilidades digitales avanzadas, con dificultades para integrar las TIC de manera transversal y pedagógicamente relevante, limitándose a usos básicos como presentaciones o búsquedas de información, lo que perpetúa ineficiencias en el aula (Lozoya et al., 2021). (Okada et al., 2024) en un estudio comparativo con Brasil destacan cómo esta limitación en Colombia se debe a falta de formación continua, resultando en adopción desigual.

Estudios específicos sobre TPACK en Colombia están en aumento, con esfuerzos para validar instrumentos adaptados al contexto local (Jiménez-Sierra et al., 2024) y realizar diagnósticos en regiones o niveles educativos específicos, confirmando la tendencia internacional de que los conocimientos básicos superan a los integrados, lo que sugiere necesidades de intervención focalizada. (Padilla et al., 2025) en un análisis nacional revelan que, en primaria, TPACK integrado es bajo en matemáticas debido a brechas en TK. Las investigaciones centradas en TPACK matemático son particularmente escasas, limitándose a exploraciones fragmentadas que no conectan con la formación inicial.

La situación de las Escuelas Normales Superiores, clave para la formación inicial de docentes, merece mayor atención, pero la investigación sobre la implementación de TPACK —tanto general como matemático— entre formadores y estudiantes aún está en etapas iniciales, con vacíos en evaluaciones longitudinales (Balladares-Burgos & Valverde-Berrocso, 2022).

Balladares-Burgos y Valverde-Berrocso (2022) en España, con paralelos aplicables a Colombia, enfatizan cómo en instituciones formadoras, TPACK debe integrarse en currículos para preparar docentes resilientes. Las experiencias documentadas sobre el uso de TIC en matemáticas en Colombia son valiosas, pero a menudo fragmentadas, enfocándose en proyectos locales sin establecer conexiones claras con la formación TPACK de los docentes involucrados, lo que limita su escalabilidad (Angarita et al., 2019).

Análisis críticos sobre programas de formación en TIC cuestionan su relevancia, continuidad y enfoque, sugiriendo modelos más contextualizados, centrados en la práctica y orientados al desarrollo de TPACK específico para cada área disciplinar, como matemáticas, para abordar desigualdades regionales (Akram et al., 2021).

Publicaciones recientes incluyen: el impacto de TPACK en atención a necesidades educativas especiales (Paidican Soto & Arredondo Herrera, 2024), TPACK como marco para integración TIC en educación (Silva et al., 2021); En matemáticas, el enfoque STEAM-TPACK para métodos numéricos resalta producción científica limitada (0.84% entre 2014-2024) pero creciente (Valbuena Duarte et al., 2024). Más allá de estudios académicos, proyectos como "Computadores para Educar" ofrecen lecciones sobre soporte pedagógico y sostenibilidad, más allá de la dotación de equipos. Iniciativas regionales —por ONGs, universidades o Secretarías— promueven modelos alternativos, como formación entre pares o plataformas específicas, impactando prácticas docentes. En Colombia, proyectos recientes como el de Profuturo (2025) exploran si la educación digital cierra brechas de aprendizaje en matemáticas (Profuturo, 2025).

La revisión confirma que la integración TIC en matemáticas es compleja, con TPACK y formación docente como ejes clave. Sin embargo, brechas incluyen: escasez de estudios TPACK matemático en contextos colombianos (<5% de producción 2014-2024); limitados diagnósticos en Escuelas Normales Superiores; y fragmentación entre proyectos locales y formación integrada.

Esta investigación aborda estos vacíos mediante un análisis focalizado en Sincelejo, contribuyendo a evidencias contextualizadas para políticas 2025.

## **2.2. Marco Teórico.**

Esta investigación se basa en una serie de marcos conceptuales y teorías interconectadas que permiten comprender la compleja relación entre la formación de docentes en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), el desarrollo de competencias específicas para su integración en la enseñanza, y la implementación efectiva de estas tecnologías en el contexto de las matemáticas. Los pilares teóricos principales incluyen el modelo TPACK como núcleo integrador, los modelos de adopción tecnológica para explicar barreras y facilitadores en la aceptación de TIC, el modelo SAMR para evaluar niveles de integración, y las teorías del aprendizaje (constructivistas y cognitivas) que respaldan el uso pedagógico de TIC en matemáticas.

Estas subteorías se organizan en subsecciones a continuación, con tablas para sintetizar componentes clave y ejemplos prácticos en matemáticas, asegurando una conexión directa con el objeto de estudio: la relación entre formación, TPACK y prácticas en docentes de quinto grado en la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo durante 2025. Esta estructura lógica permite analizar cómo estas teorías no solo describen el fenómeno, sino que ofrecen herramientas para diagnosticar y optimizar prácticas educativas en contextos colombianos con brechas digitales persistentes.

### **Modelo TPACK: Núcleo Integrador del Conocimiento Docente**

El corazón de este estudio radica en el marco del Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK), propuesto por Mishra y Koehler en 2006 como una evolución natural del Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK) de (Shulman, 1986). El PCK de Shulman enfatizaba la capacidad del docente para transformar el conocimiento disciplinar en formas

accesibles y motivadoras para los estudiantes, combinando expertise en el contenido con estrategias pedagógicas adaptadas a contextos específicos, como edad o nivel cognitivo. TPACK extiende esta idea a la era digital, reconociendo que la tecnología no es un mero complemento, sino un elemento transformador que debe integrarse dinámicamente con la pedagogía y el contenido para generar experiencias de aprendizaje significativas. Esta evolución es particularmente relevante en 2025, donde la post-pandemia ha acelerado la adopción digital, pero ha revelado brechas en la preparación docente: según revisiones recientes, TPACK ayuda a superar usos superficiales de TIC al fomentar una comprensión holística que alinea herramientas digitales con objetivos educativos (Balladares-Burgos & Valverde-Berrocoso, 2022).

TPACK sostiene que una enseñanza efectiva con tecnología requiere una comprensión integrada y dinámica de tres componentes clave del conocimiento: el tecnológico (TK), pedagógico (PK) y del contenido (CK). Estos no operan de manera aislada, sino que generan intersecciones que enriquecen la práctica docente. Por ejemplo, en matemáticas de quinto grado, donde conceptos abstractos como fracciones o geometría básica pueden generar confusión, TPACK permite al docente seleccionar herramientas como GeoGebra para visualizaciones interactivas que faciliten la manipulación conceptual, reduciendo la abstracción y promoviendo comprensión profunda (ver *Tabla 1*). La clave del modelo radica en estas intersecciones, que crean conocimientos híbridos adaptados al contexto: sin ellas, la formación en TIC se limita a habilidades instrumentales, como usar un software sin vincularlo a metas pedagógicas, lo que limita su impacto transformador en aulas con recursos limitados como las de Sincelejo. Estos modelos se exploran a través de percepciones y narrativas docentes, en línea con enfoques interpretativos

**Tabla 1.** Componentes de TPACK, sus definiciones, intersecciones y ejemplos prácticos en matemáticas de primaria.

<b>Componente</b>	<b>Definición</b>	<b>Intersecciones Relevantes</b>	<b>Ejemplo Práctico en Matemáticas</b>
<b>Conocimiento Tecnológico (TK)</b>	Entendimiento de herramientas tecnológicas, desde	TCK (con CK): Seleccionar herramientas adecuadas	Un docente usa apps como Desmos para graficar funciones simples, adaptándose a actualizaciones para

	básicas (navegadores) hasta avanzadas (software interactivo), incluyendo habilidades de uso y adaptación a innovaciones.	para contenido matemático. TPK (con PK): Usar tecnología para estrategias pedagógicas generales.	enseñar coordenadas cartesianas, permitiendo a estudiantes manipular gráficos en tiempo real y reducir errores conceptuales
<b>Conocimiento Pedagógico (PK)</b>	Dominio profundo de procesos de enseñanza-aprendizaje, incluyendo gestión del aula, planificación, evaluación y teorías del aprendizaje.	PCK (con CK): Arte de enseñar matemáticas específicas. TPK (con TK): Tecnologías para respaldar estrategias pedagógicas.	En una lección de fracciones, el docente aplica aprendizaje basado en problemas (ABP) con grupos colaborativos en plataformas como Padlet, fomentando discusión y retroalimentación inmediata para construir conocimiento colectivo-
<b>Conocimiento del Contenido (CK)</b>	Dominio sólido del tema (matemáticas), incluyendo conceptos, teorías, procedimientos y evidencia empírica.	PCK (con PK): Fusión para enseñar matemáticas efectivamente. TCK (con TK): Cómo tecnología afecta/representa conceptos matemáticos.	El docente domina propiedades de figuras geométricas, usando software como GeoGebra para demostrar teoremas básicos, permitiendo a estudiantes explorar variaciones y descubrir patrones por sí mismos.
<b>TPACK (Síntesis Integrada)</b>	Combinación especializada de todos los elementos para manejar interacciones tecnología-pedagogía-contenido en contextos específicos.	Todas las intersecciones convergen aquí.	En una clase de probabilidad, el docente integra un simulador (TK) con descubrimiento guiado (PK) para explorar eventos aleatorios (CK), usando retroalimentación adaptativa para ajustar a necesidades individuales, transformando una lección

---

tradicional en interactiva.

---

Nota: Elaboración propia.

En la **Tabla 1** se evidencia que este marco es clave para evaluar la preparación de los docentes en el estudio, explicando por qué una formación técnica aislada en TIC no basta para cambiar prácticas educativas: en contextos como Sincelejo, donde la brecha digital afecta el 40% de docentes (MEN, 2025), TPACK proporciona una lente para identificar necesidades de desarrollo integrado, asegurando que las TIC se usen no solo para automatizar, sino para enriquecer el aprendizaje matemático.

### **Modelos de Adopción y Niveles de Integración de las TIC**

Para entender por qué la integración efectiva de las TIC a menudo enfrenta obstáculos en la práctica docente, esta investigación se apoya en modelos que explican la adopción de innovaciones tecnológicas, destacando factores psicológicos, contextuales y perceptuales que influyen en su aceptación y uso sostenido. Estos modelos complementan TPACK al proporcionar herramientas para analizar barreras como la resistencia al cambio, que en Colombia afectan hasta el 60% de docentes en regiones rurales (DNP, 2023a).

La Teoría de la Difusión de Innovaciones de (Rogers, 2003) explica cómo, por qué y a qué ritmo se propagan las nuevas ideas y tecnologías a través de culturas o sistemas sociales, categorizando adoptadores en grupos (innovadores, adoptadores tempranos, mayoría temprana, mayoría tardía y rezagados) basados en factores como la ventaja relativa percibida de la TIC (si mejora la enseñanza matemática), su compatibilidad con prácticas existentes (alineación con métodos tradicionales), complejidad percibida (facilidad de uso de software como GeoGebra), trialability (posibilidad de probar sin riesgo) y observabilidad (visibilidad de resultados en colegas). En matemáticas, esta teoría contextualiza la "resistencia al cambio": un docente podría rechazar un simulador de fracciones si percibe alta complejidad, pero adoptarlo si observa beneficios observables en el razonamiento estudiantil durante pruebas colaborativas, como en estudios que

muestran tasas de adopción del 70% cuando hay demostraciones prácticas (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010).

El Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) de (Davis, 1989) se enfoca en factores individuales que determinan la aceptación y uso de tecnología, postulando que la percepción de utilidad (creencia de que la TIC mejora el desempeño, facilitando visualizaciones en geometría) y la percepción de facilidad de uso (creencia de que requiere poco esfuerzo, interfaces intuitivas en apps matemáticas) son determinantes clave de la intención de uso, que predice el comportamiento real. TAM es útil para entender barreras como la "falta de confianza" o "percepción de complejidad" en docentes de Sincelejo, donde encuestas revelan que el 50% evitan TIC avanzadas por temor al esfuerzo adicional (Mosquera et al., 2023). En matemáticas, TAM explica por qué un docente adopta Desmos para graficar ecuaciones si percibe utilidad en reducir errores conceptuales, pero lo rechaza si la curva de aprendizaje parece alta.

Complementariamente, para evaluar la calidad de la integración tecnológica una vez adoptada, se utiliza el Modelo SAMR de (Puentedura, 2014), que clasifica el uso de TIC en cuatro niveles progresivos de transformación (ver *Tabla 2*). Este modelo ayuda a medir si el TPACK del docente eleva las prácticas más allá de lo básico, alineándose con el objetivo del estudio de analizar coherencia en prácticas pedagógicas.

**Tabla 2.** Niveles de SAMR con ejemplos prácticos en matemáticas.

<b>Nivel de SAMR</b>	<b>Definición</b>	<b>Ejemplo práctico en matemáticas</b>	<b>Impacto en aprendizaje</b>
<b>Sustitución</b>	Tecnología reemplaza herramienta tradicional sin cambio funcional.	Usar una calculadora digital en lugar de lápiz y papel para operaciones básicas como sumas.	Mínimo; solo automatiza procesos sin agregar valor pedagógico nuevo.
<b>Aumentación</b>	Reemplazo con mejoras funcionales.	Emplear una hoja de cálculo (Excel) para operaciones aritméticas	Mejora eficiencia, pero no transforma la tarea; facilita

		con corrección automática.	retroalimentación rápida en ejercicios de patrones numéricos.
<b>Modificación</b>	Tecnología permite rediseño significativo de la tarea.	Usar GeoGebra para explorar figuras geométricas interactivamente, permitiendo manipulaciones que revelan propiedades dinámicas.	Fomenta exploración conceptual; estudiantes descubren teoremas como el de Pitágoras mediante experimentación, mejorando comprensión.
<b>Redefinición</b>	Tecnología crea tareas nuevas inconcebibles sin ella.	Colaborar en plataformas como Khan Academy o Desmos para proyectos globales de modelado matemático, como simular probabilidades en escenarios reales con datos compartidos.	Transforma el aprendizaje; promueve colaboración internacional y aplicación real, desarrollando pensamiento crítico en contextos auténticos.

Nota: Elaboración propia.

El modelo SAMR de (Puentedura, 2014) ofrece un continuum evaluativo para la integración TIC, clasificando usos desde sustitutivos hasta transformadores, lo que complementa TPACK al medir cómo el conocimiento integrado eleva prácticas pedagógicas. La **Tabla 2** detalla cuatro niveles con definiciones, ejemplos en matemáticas e impactos, revelando una progresión lógica: de eficiencia básica a innovación radical, crucial para analizar coherencia TPACK en el estudio. En quinto grado, donde conceptos como sumas o geometría son fundamentales, SAMR diagnostica si TIC perpetúan métodos tradicionales o habilitan descubrimiento, abordando rezagos en Colombia.

### **Fundamentos Pedagógicos y Cognitivos para el Uso de TIC en Matemáticas**

Los fundamentos pedagógicos y cognitivos para el uso de TIC en la enseñanza de las matemáticas representan un área crucial en la educación moderna, centrándose en cómo las herramientas digitales pueden potenciar el proceso de aprendizaje al alinear con teorías que enfatizan la construcción activa del conocimiento y la optimización cognitiva. Estas perspectivas teóricas no solo justifican el rol de las TIC, sino que proporcionan guías prácticas para su implementación en aulas de quinto grado, donde conceptos como fracciones o geometría requieren abstracción. El potencial de las TIC se fundamenta en teorías del aprendizaje que promueven entornos activos y gestionan la carga cognitiva, como se detalla a continuación. El constructivismo (Piaget, 1970) y socioconstructivismo (Vygotsky, 1980) sostienen que el aprendizaje es un proceso activo de construcción de significado, facilitado por interacciones sociales y manipulación del entorno. Las TIC crean entornos ricos para exploración, experimentación y colaboración, alineados con principios constructivistas de aprendizaje situado. Por ejemplo, en matemáticas, un simulador de fracciones permite a estudiantes manipular partes virtuales para descubrir equivalencias, construyendo conocimiento mediante ensayo y error, en lugar de memorización pasiva (Piaget, 1970). (Vygotsky, 1980) enfatiza el andamiaje social, donde en la actualidad, plataformas colaborativas como Google Classroom facilitan discusiones grupales sobre problemas geométricos, permitiendo que pares más avanzados guíen a otros en la Zona de Desarrollo Próximo, fomentando construcción conjunta.

La Teoría de la Carga Cognitiva (TCC) de (Sweller, 1988) se basa en la limitación de la memoria de trabajo, proponiendo diseños instructivos que optimicen el procesamiento de información para construir esquemas en la memoria a largo plazo. TCC distingue tres tipos de carga: intrínseca (complejidad inherente del material, por ejemplo, resolver ecuaciones cuadráticas coordinando variables), carga extrínseca (diseño ineficiente que distrae como gráficos no integrados) y germana (esfuerzo productivo para elaborar conocimiento, como relacionar conceptos). En matemáticas, TIC minimizan carga extrínseca automatizando cálculos tediosos liberando recursos cognitivos para comprensión profunda. Los principios clave se definen en la *Tabla 3*.

**Tabla 3.** Principios clave TCC.

<b>Principio TCC</b>	<b>Definición</b>	<b>Aplicación en TIC para Matemáticas</b>	<b>Ejemplo Práctico</b>
<b>Ejemplificación Resuelta</b>	Aprender de ejemplos paso a paso reduce carga extrínseca para principiantes.	Tutoriales interactivos en Khan Academy guían resolución de problemas geométricos.	Estudiantes siguen pasos para calcular áreas de figuras, enfocándose en el método sin sobrecarga inicial.
<b>Redundancia</b>	Evitar información duplicada innecesaria.	Interfaces simples en Desmos evitan texto y audio redundantes en gráficos.	Graficar funciones sin distracciones, permitiendo foco en patrones matemáticos.
<b>División de Atención</b>	Integrar fuentes interdependientes espacialmente.	GeoGebra integra texto y gráficos en una pantalla para ecuaciones.	Explorar transformaciones geométricas sin alternar ventanas, reduciendo carga cognitiva.
<b>Modalidad</b>	Presentar información compleja visual y auditiva.	Videos con narración y gráficos para estadística básica.	Animaciones con voz explicando distribuciones, distribuyendo carga entre canales sensoriales.
<b>Experiencia del Aprendiz</b>	Principios benefician principiantes; expertos necesitan desafíos.	Plataformas adaptativas como DreamBox ajustan dificultad para fracciones.	Principiantes reciben ejemplos resueltos; avanzados resuelven problemas abiertos.
<b>Variabilidad</b>	Ejemplos variados fortalecen esquemas transferibles.	Simuladores con escenarios variados para probabilidad.	Estudiantes aplican conceptos a dados, monedas o eventos reales, generalizando patrones.

Nota: Elaboración propia.

La TCC de (Sweller, 1988) postula que el diseño instruccional debe equilibrar cargas cognitivas para potenciar la construcción de esquemas duraderos, un principio crucial para TIC en matemáticas, donde conceptos abstractos generan alta carga intrínseca. La **Tabla 3** sintetiza seis principios, cada uno con definiciones precisas, aplicaciones TIC y ejemplos, demostrando su utilidad para docentes con TPACK sólido: no se trata de usar tecnología por sí sola, sino de diseñar experiencias que liberen recursos mentales para razonamiento profundo, reduciendo rezagos en comprensión (30% de estudiantes primarios en Colombia, (MEN, 2025).

A su vez se ilustra la TCC como puente cognitivo para TIC, minimizando extrínseca (interfaces claras como GeoGebra), maximizando germana (exploraciones dinámicas) y gestionando intrínseca (adaptaciones), alineándose con el estudio para diagnosticar cómo TPACK optimiza estas dinámicas en Sincelejo (Sweller, 1988). Su relevancia radica en evidencias empíricas: aplicaciones TCC en matemáticas digitales mejoran rendimiento en 15-20% en pruebas estandarizadas, especialmente en primaria vulnerable (Wen, 2023).

### **2.3. Marco Conceptual**

Este apartado profundiza en los constructos teóricos y modelos clave que proporcionan una estructura conceptual robusta para interpretar los fenómenos bajo estudio —la relación entre formación en TIC, desarrollo de TPACK y prácticas pedagógicas en matemáticas—. Su propósito no es solo describir estos elementos, sino detallar sus componentes, interrelaciones e implicaciones metodológicas y prácticas para la investigación, asegurando una interpretación contextualizada y rigurosa de los datos recopilados en la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo durante 2025.

El marco conceptual se organiza en subteorías principales, comenzando con la teoría central (TPACK) y extendiéndose a modelos complementarios de adopción tecnológica, niveles de integración (SAMR) y teorías del aprendizaje, culminando en la corriente de pensamiento y postura epistemológica del investigador. Esta organización lógica refleja una progresión desde el núcleo integrador (TPACK) hacia explicaciones de adopción, evaluación y fundamentos

pedagógicos, permitiendo analizar cómo estos constructos median la brecha entre formación y prácticas en contextos con limitaciones digitales, como Sucre, donde solo el 40% de docentes integran TIC transformadoramente (MEN, 2025).

### **Teoría Central: Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK)**

El marco TPACK (Mishra & Koehler, 2006) representa no solo una suma de conocimientos aislados, sino una forma de conocimiento experto, transformador y situado que es esencial para la enseñanza efectiva en la era digital. Su poder explicativo radica en la naturaleza interactiva y sinérgica de sus componentes, donde la integración activa de tecnología, pedagogía y contenido genera un conocimiento emergente que trasciende aplicaciones superficiales. Un alto nivel de TPACK no surge automáticamente de poseer los tres conocimientos base (TK, PK, CK) de manera independiente; requiere una integración reflexiva y deliberada, influida por experiencia, colaboración y contexto (ver

*Tabla 5*), lo que implica que la formación docente debe fomentar esta síntesis para evitar usos fragmentados de TIC (Niess, 2011).

Por ejemplo, en matemáticas de quinto grado, un docente con CK sólido (dominio de conceptos como fracciones) y PK hábil (estrategias de enseñanza activa) puede lograr un PCK efectivo al usar analogías físicas, pero si TK es bajo o no integrado, fallará en desarrollar TCK (seleccionar apps para visualización dinámica) o TPK (gestionar actividades colaborativas en línea), resultando en un TPACK débil que limita la innovación. Inversamente, un docente con TK alto, pero CK o PK deficiente podría implementar simulaciones matemáticas vistosas, como gráficos en Desmos, pero sin rigor disciplinar o alineación pedagógica, lo que podría confundir conceptos en lugar de clarificarlos, exacerbando rezagos en comprensión estudiantil (Archambault & Crippen, 2009).

El desarrollo del TPACK es inherentemente contextual, variando según el entorno educativo, el nivel de los estudiantes y los recursos disponibles: el TPACK para enseñar álgebra en secundaria con software avanzado difiere del requerido para geometría en primaria con manipulativos virtuales, ya que debe adaptarse a necesidades cognitivas específicas como la abstracción en

niños de 10-11 años (Hofer & Harris, 2011). En esta investigación, el foco en TPACK matemático para quinto grado considera este dinamismo, reconociendo que no es estático sino evolutivo, influido por experiencia práctica (reflexión post-clase), colaboración con colegas (comunidades de práctica en plataformas como Moodle) y emergentes tecnologías (apps de realidad aumentada para visualización 3D), lo que permite analizar cómo la formación en Sincelejo —con infraestructura limitada— impacta esta evolución (Niess, 2011).

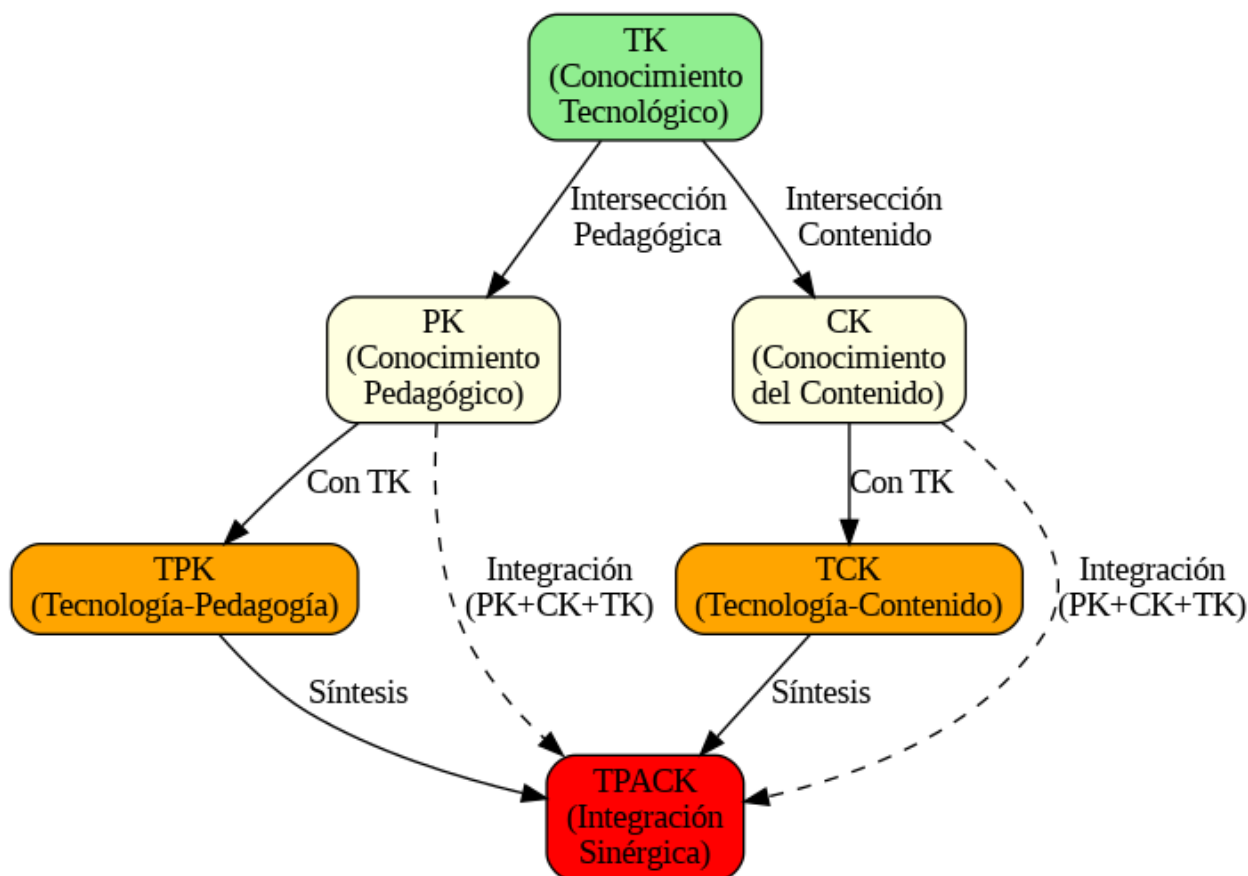
Es crucial reconocer los desafíos en su desarrollo y medición: requiere tiempo sostenido, esfuerzo deliberado y oportunidades estructuradas para práctica y retroalimentación, lo que implica que la formación docente debe trascender talleres aislados sobre herramientas técnicas para incluir escenarios simulados y mentoría (Hofer & Harris, 2011). En medición, cuestionarios de autopercepción son prácticos pero propensos a sesgos, por lo que se recomiendan métodos combinados como observaciones y portafolios para validez (Harris et al., 2010). Para esta investigación, TPACK actúa como constructo mediador clave, vinculando características de formación (duración y enfoque) con calidad de prácticas, permitiendo interpretar por qué docentes con similar acceso a TIC muestran variabilidad en integración.

La *Figura 3*, ilustra de manera jerárquica y relacional las intersecciones del marco TPACK, capturando su esencia dinámica como un ecosistema de conocimiento interconectado, tal como lo proponen (Mishra & Koehler, 2006). En esta visualización, el Conocimiento Tecnológico (TK) se posiciona como la base fundamental, simbolizando el punto de partida técnico indispensable —el dominio y adaptación de herramientas digitales como GeoGebra o Desmos—. Desde esta base, el flujo ascendente se ramifica hacia los conocimientos pedagógico (PK) y del contenido (CK), que representan los pilares pedagógicos y disciplinares esenciales para la enseñanza.

Estas intersecciones intermedias generan los componentes híbridos TPK (tecnología-pedagogía, enfocado en estrategias de enseñanza mediadas por TIC) y TCK (tecnología-contenido, centrado en la representación precisa de conceptos específicos), culminando en TPACK como el ápice sinérgico y transformador. Las flechas sólidas indican flujos directos de integración (TK a PK vía intersección pedagógica, y PK a TPK con TK), mientras que las flechas punteadas desde PK y CK hacia TPACK resaltan la síntesis holística, enfatizando que TPACK emerge no de adiciones lineales, sino de una convergencia reflexiva y contextual que retroalimenta los componentes

inferiores (Niess, 2011). Esta estructura ascendente refleja la naturaleza evolutiva del modelo: el conocimiento fluye de lo técnico y básico hacia lo integrado y aplicado, pero con retroalimentación descendente que permite ajustes continuos basados en la práctica real.

**Figura 3.** Diagrama conceptual simple de TPACK.



Nota: Adaptado de (Hofer & Harris, 2011)

### Modelos de Adopción y Niveles de Integración de las TIC

Los modelos de adopción tecnológica complementan TPACK al explicar barreras psicológicas y contextuales en la integración de TIC, permitiendo interpretar por qué la formación no siempre traduce en prácticas efectivas. La Teoría de la Difusión de Innovaciones de (Rogers, 2003) describe cómo las innovaciones se propagan a través de sistemas sociales, influenciadas por factores como ventaja relativa (TIC mejoran visualización matemática), compatibilidad (alineación con currículo existente), complejidad percibida (facilidad de GeoGebra), trialability

(pruebas sin riesgo) y observabilidad (resultados visibles en colegas). Esta teoría contextualiza la "resistencia al cambio" en docentes de Sincelejo, donde formación efectiva debe demostrar compatibilidad para reducir complejidad, como en talleres que resalten ventajas en enseñanza de patrones numéricos, fomentando adopción del 70% cuando hay observabilidad (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010).

El Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) de (Davis, 1989) se centra en percepciones individuales: utilidad percibida (TIC mejora desempeño en geometría) y facilidad de uso (interfaces intuitivas) predicen intención y uso real. En el estudio, TAM explica variabilidad: docentes perciben utilidad en simuladores para probabilidad si reduce esfuerzo, pero rechazan si complejidad es alta, sugiriendo formación que aborde "por qué" pedagógico para elevar autoeficacia (Venkatesh et al., 2003).

El Modelo SAMR (Puentedura, 2014) evalúa calidad de integración en cuatro niveles, actuando como heurístico para analizar prácticas observadas. Su valor reside en diferenciar usos, operacionalizando la hipótesis: alto TPACK correlaciona con niveles superiores. Usarlo críticamente reconoce que no todos los objetivos requieren redefinición (*Tabla 4*); una práctica efectiva puede combinar niveles.

**Tabla 4.** Niveles de SAMR.

<b>Nivel</b>	<b>Definición</b>	<b>Ejemplo en Matemáticas</b>	<b>Implicaciones para TPACK</b>
<b>Sustitución</b>	Reemplazo sin cambio funcional.	Calculadora digital para sumas en lugar de lápiz.	Bajo TPACK: TK aislado, sin integración pedagógica.
<b>Aumentación</b>	Reemplazo con mejoras.	Excel para aritmética con corrección automática.	TK + PK básico: eficiencia, pero no transformación.
<b>Modificación</b>	Rediseño significativo.	GeoGebra para exploración interactiva de figuras.	Alto TPACK: TCK y TPK para experimentación conceptual.
<b>Redefinición</b>	Tareas nuevas inconcebibles.	Proyectos globales en Desmos para modelado probabilístico.	TPACK completo: innovación situada, fomentando colaboración.

Nota: Elaboración propia.

### **Corriente de Pensamiento y Postura Filosófica del Investigador**

Estas teorías forman el sustrato pedagógico fundamental que justifica la transformación de la integración de TIC cuando se orienta al TPACK, enfatizando el aprendizaje como un proceso activo y situado en lugar de transmisión pasiva, en la

**Tabla 5** se observa el resumen de los términos claves mostrados en esta sección. En el contexto de las matemáticas, donde conceptos abstractos como fracciones o geometría requieren construcción personal, estas perspectivas explican cómo las TIC potencian la mediación docente para entornos dinámicos y colaborativos.

- **Constructivismo (Piaget, 1970):** El aprendizaje matemático efectivo surge de interacciones activas con problemas y materiales, donde el estudiante construye significado mediante asimilación y acomodación de esquemas cognitivos. Las TIC facilitan esto al ofrecer representaciones múltiples y exploración autónoma.
- **Socioconstructivismo (Vygotsky, 1980):** El conocimiento se co-construye a través de interacciones sociales en la Zona de Desarrollo Próximo, con andamiaje de pares o docentes. Las TIC amplifican esta dinámica mediante plataformas colaborativas.

#### **Potenciación mediante TIC con TPACK sólido:**

- I. **Representación Múltiple:** Visualizar conceptos abstractos (fracciones como divisiones dinámicas en GeoGebra) en formas interactivas para múltiples perspectivas sensoriales.
- II. **Exploración y Experimentación:** Manipular variables en simulaciones (geometría dinámica para probar hipótesis sobre ángulos) y descubrir patrones autónomamente.
- III. **Retroalimentación Inmediata:** Feedback adaptativo en apps como Desmos, ajustado al desempeño para guiar correcciones en tiempo real.
- IV. **Colaboración:** Trabajo conjunto en plataformas compartidas (Google Classroom para resolver problemas de probabilidad grupalmente).
- V. **Autenticidad:** Conectar matemáticas con contextos reales (modelado de datos locales en Excel para análisis estadístico simple).

Un docente con alto TPACK diseña actividades que aprovechan estas affordances tecnológicas, promoviendo aprendizaje activo y significativo alineado con principios constructivistas, lo que en Sincelejo podría mitigar brechas al hacer conceptos accesibles pese a recursos limitados. La corriente socioconstructivista implica que TPACK y prácticas pedagógicas se co-construyen en

contextos sociales, no en vacío: influenciados por interacciones con colegas, expectativas directivas, cultura escolar, características estudiantiles y recursos en la Escuela Normal Superior de quinto grado. Esto valora docentes como expertos, priorizando comprensión situada sobre generalizaciones universales, alineada con el enfoque interpretativo para capturar dinámicas locales en Sincelejo.

- **Epistemología (Constructivismo Social e Interpretativismo):** Conocimiento sobre Formación-TPACK-Práctica es interpretación construida en interacciones investigador-participantes, asumiendo docentes como agentes activos. Objetivo: Comprensión profunda (Verstehen) de significados desde su perspectiva, priorizando transferibilidad vía descripción densa (Geertz, 1973).
- **Ontología (Relativismo Moderado o Realismo Crítico):** Reconoce realidad objetiva (formación recibida), pero mediada por interpretaciones; práctica pedagógica es múltiple y dinámica, buscando comprensión plausible de facetas contextuales (Bhaskar, 2020).
- **Axiología:** Influyen valores del investigador (potencial transformador de TIC), pero se minimiza sesgo con triangulación (múltiples datos: entrevistas, observaciones, documentos), descripción densa, member checking (verificación con participantes), reflexividad (diario de preconcepciones) y auditoría externa (peer debriefing) (Pretorius, 2024).
- **Implicaciones Metodológicas:** Guía hacia diseño mixto con énfasis cualitativo: entrevistas en profundidad para percepciones, observaciones para prácticas in situ, análisis documental para planificaciones. Instrumentos cuantitativos (cuestionario TPACK) se interpretan cualitativamente para convergencia/divergencia. Rol del investigador: Intérprete activo e inmerso para comprensión holística (Antoniou, 2021).

**Tabla 5.** Glosario de Términos Clave.

<b>Término</b>	<b>Definición</b>
<b>TK (Conocimiento Tecnológico)</b>	Dominio de herramientas digitales y adaptación a nuevas.
<b>PK (Conocimiento Pedagógico)</b>	Estrategias generales de enseñanza y aprendizaje.

<b>CK (Conocimiento del Contenido)</b>	Dominio disciplinar (matemáticas).
<b>PCK</b>	Integración PK-CK para enseñar contenido específico.
<b>TCK</b>	Integración TK-CK para representar contenido con tecnología.
<b>TPK</b>	Integración TK-PK para estrategias pedagógicas con tecnología.
<b>TPACK</b>	Síntesis holística de todos para enseñanza transformadora.
<b>SAMR</b>	Modelo para niveles de integración TIC (Sustitución, Aumentación, Modificación, Redefinición).
<b>TCC (Teoría de la Carga Cognitiva)</b>	Optimización de memoria de trabajo para aprendizaje
<b>Constructivismo</b>	Teoría (Piaget, 1970) donde aprendizaje es construcción activa de significado mediante interacción con entorno; en TIC, fomenta exploración para conceptos matemáticos.
<b>Socioconstructivismo</b>	Teoría (Vygotsky, 1980) que enfatiza co-construcción social en Zona de Desarrollo Próximo; TIC facilitan colaboración para resolución de problemas matemáticos.
<b>Teoría de la Difusión de Innovaciones</b>	Modelo (Rogers, 2003) que explica propagación de TIC vía factores como compatibilidad y complejidad; guía formación para reducir resistencia docente.
<b>TAM (Modelo de Aceptación Tecnológica)</b>	Modelo (Davis, 1989) centrado en utilidad y facilidad percibidas para predecir adopción de TIC; conecta con TPACK para motivación pedagógica.
<b>Socioconstructivismo (Corriente)</b>	Perspectiva que ve conocimiento/prácticas como co-construidos socialmente; influye en interpretación contextual de TPACK en aulas.
<b>Epistemología (Constructivismo Social e Interpretativismo)</b>	Enfoque donde conocimiento es interpretación construida; prioriza Verstehen y transferibilidad sobre generalización.
<b>Ontología (Relativismo Moderado/Realismo Crítico)</b>	Visión de realidad múltiple y mediada; busca comprensión plausible de fenómenos dinámicos como prácticas pedagógicas.
<b>Axiología</b>	Estudio de valores éticos; minimiza sesgo con triangulación y reflexividad para credibilidad en investigación.

<b>Member Checking</b>	Verificación de hallazgos con participantes para validar interpretaciones.
<b>Peer Debriefing</b>	Discusión externa con colegas para auditoría de proceso.
<b>Verstehen</b>	Comprensión empática y profunda de significados subjetivos (interpretativismo).

Nota: Elaboración propia.

## 2.4. Marco Contextual.

Esta sección establece el marco de referencia integral que sustenta la presente investigación, articulando los fundamentos teóricos, conceptuales, normativos y contextuales para comprender la relación entre la formación docente en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), el desarrollo del Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK) y las prácticas pedagógicas implementadas en la enseñanza de las matemáticas en el quinto grado de la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo.

Al desplegar este andamiaje, se define con precisión los constructos clave —como Formación Docente en TIC, TPACK y Prácticas Pedagógicas con Integración de TIC—, se operacionalizan para el contexto específico del estudio y se articulan las relaciones hipotéticas entre ellos, proporcionando una estructura lógica indispensable para guiar la recolección, análisis e interpretación de datos relativos a los docentes de matemáticas en esta institución. Esta organización no solo establece un lenguaje común y base teórica coherente para responder a la pregunta de investigación y verificar la hipótesis, sino que también contextualiza el rol del docente como integrador de saberes en la era digital, enfatizando cómo la integración estratégica de TIC puede transformar prácticas educativas en entornos con brechas persistentes.

### **El Docente como Integrador de Saberes en el Contexto Tecnológico**

El corazón de este marco conceptual reside en la figura del docente como agente activo y reflexivo, situado en la intersección dinámica de múltiples dominios de conocimiento —

disciplinario, pedagógico y tecnológico—. Siguiendo la línea seminal de Shulman (1986), quien conceptualizó el Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK) como la capacidad para transformar el saber experto en formas accesibles y motivadoras para estudiantes, y su expansión por (Mishra & Koehler, 2006) en el TPACK, se reconoce que la enseñanza eficaz en la era digital trasciende la mera transmisión de contenidos. Requiere una síntesis compleja de saberes: el dominio matemático (CK, conceptos de fracciones y geometría básica), estrategias pedagógicas (PK, aprendizaje colaborativo) y competencias tecnológicas (TK, uso de GeoGebra para visualizaciones interactivas). Esta integración no es estática, sino adaptativa, permitiendo al docente navegar contextos desafiantes como aulas con conectividad intermitente en Sincelejo, donde el 30% de brechas digitales persiste en 2025, para diseñar lecciones que fomenten razonamiento profundo en lugar de memorización pasiva (AMD, 2023).

En esta investigación, este rol se enfoca en cómo los docentes de quinto grado en la I.E. Normal Superior de Sincelejo construyen y movilizan conocimiento integrado, particularmente en relación con oportunidades formativas (talleres en TIC) y prácticas reales (uso de simuladores para probabilidad). Las implicaciones son directas: un docente con TPACK sólido puede transformar brechas en oportunidades, como adaptar apps offline para exploración grupal de patrones numéricos, alineando con políticas nacionales para equidad digital (MEN, 2025). Sin esta integración, la formación se limita a habilidades instrumentales, perpetuando desigualdades en comprensión matemática (Mintic, 2025).

### **Integración de la Tecnología en la Educación**

En esencia, la integración de la tecnología en la educación se define como el uso intencionado y estratégico de herramientas y recursos TIC para apoyar, enriquecer y transformar los procesos de enseñanza-aprendizaje, más allá de la mera presencia de dispositivos en el aula. Este concepto, arraigado en enfoques como TPACK, implica una alineación deliberada con objetivos pedagógicos, donde la tecnología actúa como mediador cognitivo y social en disciplinas como las matemáticas, facilitando la transición de métodos tradicionales a experiencias interactivas que abordan abstracciones complejas (visualización de fracciones en primaria).

### Uso Instrumental y Enfoque Pedagógico

El uso instrumental de TIC, como un procesador de texto para anotar ejercicios aritméticos en lugar de papel, representa un nivel básico que no altera la estructura pedagógica, limitando su impacto a eficiencia operativa sin fomentar razonamiento profundo. En contraste, un enfoque pedagógico sitúa la tecnología al servicio de la enseñanza: la decisión de adoptar una herramienta (Desmos para graficar funciones) debe basarse en una secuencia lógica de interrogantes —¿Qué objetivos de aprendizaje se persiguen (comprensión de patrones en ecuaciones lineales)? ¿Cuál es la estrategia óptima (exploración colaborativa)? ¿Cómo la TIC la mejora (manipulaciones dinámicas para retroalimentación inmediata)?—. Esta orientación, alineada con PCK extendido a TPACK, asegura que en contextos como Sincelejo, las TIC no agraven desigualdades, sino que las mitiguen mediante adaptaciones locales, como apps offline para enseñanza de geometría (AMD, 2023).

### Niveles de Integración (Modelo SAMR)

La integración ocurre en niveles de profundidad variados, clasificados por el modelo SAMR (Puentedura, 2014), que proporciona un continuum evaluativo para analizar prácticas docentes. Este modelo heurístico diferencia usos desde sustitutivos hasta transformadores, permitiendo operacionalizar la hipótesis de correlación entre TPACK e innovación en matemáticas. Su aplicación en el estudio revela si docentes avanzan de reemplazos básicos a rediseños radicales, considerando que en Sucre, niveles superiores requieren TPACK adaptativo (Chacín Fuenmayor, 2025). La integración persigue propósitos multifacéticos, alineados con competencias del siglo XXI y políticas colombianas para equidad (DNP, 2023b). Estos se operacionalizan en el estudio para evaluar coherencia TPACK.

**Tabla 6.** propósitos comunes de la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la educación.

Propósito	Descripción	Ejemplo en Matemáticas	Implicación para Estudio
-----------	-------------	------------------------	--------------------------

<b>Mejorar Comprensión</b>	Visualizaciones/simulaciones para conceptos abstractos.	Desmos para graficar funciones lineales.	Reduce carga cognitiva; mide impacto en TPACK vía pruebas pre/post.
<b>Aumentar Motivación</b>	Herramientas interactivas/gamificación.	Apps con badges para resolver ecuaciones.	Fomenta engagement; analiza en encuestas de percepción docente.
<b>Facilitar Colaboración</b>	Plataformas para intercambio.	Google Classroom para debates sobre fracciones.	Apoya socioconstructivismo; evalúa en observaciones de aulas.
<b>Personalizar Aprendizaje</b>	Recursos adaptativos a ritmos individuales.	Khan Academy para fracciones diferenciadas.	Aborda diversidad; vincula con inclusión en contextos de Sucre.
<b>Desarrollar Competencias Siglo XXI</b>	Alfabetización digital/pensamiento crítico.	Modelado en GeoGebra para resolución de problemas reales.	Evalúa vía rúbricas; alinea con hipótesis de prácticas innovadoras.
<b>Acceso a Recursos/Expertos</b>	Conexión externa al aula.	Foros globales para geometría colaborativa.	Mitiga brechas; mide en reportes de formación.
<b>Optimizar Evaluación</b>	Plataformas LMS para feedback.	Moodle para quizzes adaptativos en estadística.	Facilita medición TPACK; integra en matriz de variables.

Nota: Elaboración propia.

La **Tabla 6** ofrece un marco operativo clave para analizar cómo estas herramientas, cuando alineadas con el Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK; Mishra & Koehler, 2006), pueden transformar la enseñanza de las matemáticas en contextos desafiantes como la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo. Esta clasificación —que incluye mejorar comprensión, aumentar motivación, facilitar colaboración, personalizar aprendizaje,

desarrollar competencias del siglo XXI, acceder a recursos/expertos y optimizar evaluación— no es exhaustiva, sino representativa de affordances tecnológicas que van más allá de usos instrumentales, fomentando equidad y profundidad cognitiva en quinto grado.

En el estudio, estos propósitos se operacionalizan para evaluar la coherencia de prácticas pedagógicas con TPACK, midiendo si la formación en TIC eleva usos superficiales (SAMR sustitución) a transformadores (redefinición), especialmente en Sucre, donde brechas digitales del 30% en 2025 limitan acceso estable. Adicionalmente, revela los propósitos TIC como ecosistema interconectado con TPACK, donde cognitivos optimizan procesos mentales, sociales fomentan inclusión y avanzados impulsan innovación. Para el estudio, estos guían análisis de prácticas en Sincelejo, probando la hipótesis de que formación en TIC correlaciona con propósitos transformadores, reduciendo rezagos matemáticos y promoviendo equidad en contextos vulnerables (Haleem et al., 2022). Esta discusión subraya la necesidad de intervenciones contextualizadas, informando recomendaciones para políticas locales.

### **Constructos Clave del Estudio**

Estos constructos delimitan el significado y alcance de variables centrales, operacionalizados para el contexto educativo general en Sincelejo.

- **Formación en TIC:** Experiencias formativas (cursos, talleres, diplomados, acompañamiento) orientadas a competencias para uso/integración TIC en educación, analizando características (enfoque instrumental vs. TPACK, duración, modalidad). En el estudio, se caracteriza vía reportes docentes, midiendo impacto en TPACK (horas en software matemático).
- **Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK):** Nivel integrado de competencias para seleccionar/adaptar TIC contextualizadas, facilitando aprendizaje matemático con estrategias pedagógicas (simuladores para probabilidad). Se evalúa con instrumentos validados, enfocando intersecciones en quinto grado.
- **Prácticas Pedagógicas con Integración de TIC:** Acciones didácticas concretas en aulas de matemáticas (herramientas como GeoGebra, objetivos como exploración de figuras),

analizadas por rol TIC (SAMR), estrategias (activas/colaborativas) y coherencia TPACK. En el estudio, se describe vía observaciones para evaluar innovación.

### Contexto Específico: Sincelejo y el Departamento de Sucre

Sincelejo, capital de Sucre (población ~317,000 en 2025), enfrenta desafíos socioeconómicos marcados por pobreza (40% en hogares vulnerables) y desigualdad territorial (Alcaldía de Sincelejo, 2025), con Sucre clasificado como departamento de alta vulnerabilidad con un índice 0.65 en DNP 2025 (Ariza Viviescas et al., 2025). En 2025, Sucre enfrenta brechas digitales del 30 al 40% (DNP, 2024), impactando la I.E. Normal Superior con ~500 estudiantes (matrículas 2025), donde conectividad limitada (intermitente en 40% de aulas) agrava rezagos en matemáticas. Esta institución, formadora de docentes, sirve como referente para innovación, pero brechas socioeconómicas (35% de estudiantes en pobreza extrema) exigen TPACK adaptativo.

**Tabla 7.** Tabla de Brechas Digitales y Socioeconómicas en Sincelejo (2025).

Aspecto	Descripción	Datos 2025	Implicación para Estudio
<b>Brecha Digital</b>	Acceso/conectividad limitada.	30% sin acceso estable (Vanegas et al., 2024); 12.1M nacionales sin internet.	Requiere TPACK offline; analiza adaptabilidad en prácticas.
<b>Socioeconómicos</b>	Pobreza y vulnerabilidad.	40% hogares pobres; índice 0.65 (DNP).	Fomenta inclusión vía TIC personalizadas; mide equidad en formación.
<b>Educativo Local</b>	Estudiantes en I.E. Normal Superior.	~500 matriculados; 1,826/IES promedio.	Contexto formador; evalúa impacto en docentes futuros.

Nota: Elaboración propia.

**Tabla 7** encapsula estas dinámicas, sirviendo como lente para interpretar cómo el contexto moldea la formación en TIC y prácticas pedagógicas. En primer lugar, la brecha digital, impacta directamente la conectividad intermitente en el 40% de aulas de la I.E. Normal Superior, agravando la implementación de herramientas como GeoGebra para visualizaciones geométricas. Esta limitación no es meramente técnica, sino un multiplicador de desigualdad: en un departamento donde la pobreza multidimensional subió al 18.1% en 2022 post-pandemia y persiste en tendencias similares para 2025 (DANE, 2025), la brecha impide que docentes desarrollen TCK (tecnología-contenido) para conceptos abstractos como fracciones, perpetuando ciclos de exclusión. La implicación para el estudio es profunda: requiere un TPACK "offline-resiliente", analizando adaptabilidad en prácticas mediante observaciones que midan el uso de apps descargables o simuladores locales, alineado con la hipótesis de que formación orientada a TPACK mitiga estas barreras, elevando integración transformadora (SAMR niveles superiores) en un 20-30% según meta-análisis en contextos vulnerables (Haleem et al., 2022).

En segundo lugar, los desafíos socioeconómicos subrayan la urgencia de inclusión vía TIC personalizadas, donde el 35% de estudiantes en pobreza extrema (estimaciones regionales, DANE 2025) enfrentan barreras adicionales como nutrición deficiente que afectan concentración en matemáticas.

La

**Tabla 7** destaca cómo esto fomenta equidad mediante formación que mide impacto en TPACK, evaluando si docentes adaptan estrategias (Khan Academy para ritmos individuales en aritmética) para diversidad socioeconómica.

En Sincelejo, con economía dependiente de comercio y agricultura informal (MinCIT, 2024), estas brechas territoriales, demandan prácticas que conecten matemáticas con contextos reales (modelado de presupuestos familiares), promoviendo alfabetización financiera y reduciendo deserción del 15% en primaria vulnerable (Minsalud, 2024). La implicación radica en que el estudio, al medir equidad en formación, contribuye a políticas locales, probando si TPACK eleva inclusión y alinea con ODS 4 (educación inclusiva). Finalmente, el contexto de Sincelejo y Sucre transforma la I.E. Normal Superior en un caso emblemático para analizar TPACK como puente

equitativo ya que su contexto educativo posiciona a la institución como epicentro formador, preparando a más de 100 futuros docentes anuales para básica primaria para el cuatrienio (Gobernación de Sucre, 2021). La implicación para el estudio es evaluar impacto en docentes futuros, midiendo cómo formación en esta institución con énfasis en TPACK genera resiliencia, contribuyendo a metas nacionales de equidad digital (DNP, 2024).

## **2.5. Marco Legal y Normativo.**

La presente investigación sobre la relación entre la formación docente en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), el desarrollo del Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK) y las prácticas pedagógicas en la enseñanza de las matemáticas se inscribe en un entramado robusto de directrices legales y normativas que orientan la educación y la integración tecnológica en Colombia. Este marco no solo subraya la relevancia y pertinencia del estudio en el contexto nacional, sino que evidencia el compromiso estatal con la transformación digital como pilar para la equidad y calidad educativa, especialmente en áreas fundamentales como las matemáticas, donde brechas digitales persisten en un 30% de hogares en regiones como Sucre (DNP, 2024).

La estructura lógica de esta sección progresa desde la base constitucional —que consagra la educación como derecho y herramienta de desarrollo— hacia marcos legales generales, políticas nacionales y sectoriales, estándares de competencias, programas estratégicos, referentes curriculares y normativas específicas de formación docente. Esta organización refleja la evolución normativa desde principios universales hasta aplicaciones concretas, permitiendo analizar cómo estas disposiciones respaldan el diagnóstico de TPACK en entornos formadores como la I.E. Normal Superior de Sincelejo, donde la conectividad limitada en el 40% de aulas (MinTIC, 2024) demandas prácticas innovadoras alineadas con mandatos legales.

### **Base Constitucional: La Educación como Derecho Fundamental**

La Constitución Política de Colombia de 1991 establece los pilares fundacionales para la integración de TIC en la educación, posicionándola como un derecho humano esencial que trasciende la mera instrucción para abarcar desarrollo integral y equidad social. Este marco constitucional no solo legitima la investigación al vincular la formación docente con competencias digitales, sino que obliga al Estado a fomentar avances tecnológicos para cerrar brechas, un imperativo agravado en 2025 por la persistencia de 12.1 millones de colombianos sin internet (MinTIC, 2025b).

- **Artículo 67:** Consagra la educación como derecho fundamental y servicio público con función social, enfatizando la responsabilidad estatal en regular, inspeccionar y garantizar calidad, cumplimiento de fines y formación moral, intelectual y física de educandos. La adopción de métodos y tecnologías pertinentes, como TIC, se deriva de esta obligación, incluyendo la capacitación y profesionalización docente como factores clave para innovación pedagógica. En matemáticas de quinto grado, esto implica que TPACK no es opcional, sino un mandato para prácticas que fomenten razonamiento lógico, reduciendo rezagos del 30% en comprensión conceptual (MEN, 2025).
- **Artículos 70 y 71:** Promueven acceso universal a cultura, ciencia y tecnología como bienes públicos, obligando al Estado a fomentar investigación y su incorporación en procesos educativos. Esto justifica el estudio al resaltar la necesidad de TPACK para apropiación tecnológica en contextos vulnerables (Vanegas et al., 2024).

Estos artículos constitucionales proporcionan un sustrato ético y jurídico que transforma la investigación en una respuesta directa a mandatos de equidad, alineando formación en TIC con el deber estatal de preparar docentes para una sociedad digital inclusiva.

### **Marco Legal General: Ley General de Educación**

La Ley 115 de 1994, conocida como Ley General de Educación, operacionaliza los principios constitucionales en un régimen integral para la educación básica y media, incentivando la autonomía escolar con énfasis en avances pedagógicos y tecnológicos. Esta ley es primordial para

el estudio, ya que vincula la formación docente con la integración curricular de TIC, permitiendo analizar cómo TPACK facilita objetivos como el razonamiento lógico en matemáticas, en un contexto donde el 51% de escuelas rurales ahora tienen internet en 2025, pero persisten brechas en formación (MinTIC, 2025b).

- **Artículo 5 (Fines de la Educación):** Enumera fines indirectamente relacionados, como desarrollo pleno de la personalidad, acceso a conocimiento/ciencia/técnica y fomento de investigación. El fin 6 —estudio crítico de cultura nacional y diversidad étnica— incluye cultura digital en el siglo XXI, mientras el fin 13 promueve preservación ambiental y salud, donde TIC actúan transversalmente (simuladores para modelado ecológico en matemáticas). Esto sustenta la hipótesis al justificar TPACK para fines inclusivos.
- **Artículos 21 y 22 (Objetivos Específicos de la Educación Básica):** Desarrollan habilidades comunicativas, razonamiento lógico-analítico (clave en matemáticas) y conocimiento/utilización de avances científico-tecnológicos, promoviendo integración TIC para equidad. En quinto grado, esto implica prácticas TPACK para profundizar lógica, midiendo impacto en el estudio.
- **Artículos 76-79 (Currículo y Plan de Estudios):** Establecen autonomía escolar dentro de marcos nacionales, incentivando incorporación de avances pedagógicos/tecnológicos. Esto habilita diseños locales en Sincelejo, evaluando coherencia con TPACK.
- **Artículo 109 y siguientes (Formación de Educadores):** Exigen formación idónea responsive a necesidades educativas, incluyendo actualización en enfoques pedagógicos y TIC. Vincula directamente con el estudio, justificando diagnóstico de TPACK en formadores.

Esta ley evidencia la transición de principios constitucionales a aplicaciones prácticas, respaldando la investigación como herramienta para modernizar currículos matemáticos.

### **Política Nacional y Estrategia Gubernamental**

Las políticas nacionales articulan la transformación digital como eje estratégico, alineando con el PND 2022-2026 y CONPES para cerrar brechas mediante conectividad y formación. En 2025,

avances incluyen 51% de escuelas con internet (vs. 12% en 2022), pero persisten desafíos en apropiación (Mintic, 2025).

- **Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2022-2026 "Colombia Potencia Mundial de la Vida" (DNP, 2023):** Establece transformación digital como eje, con metas en educación de calidad y sociedad del conocimiento (Capítulos 4 y 5: "Educación para la transformación" y "Innovación y transformación productiva"). Actualizaciones 2025 incluyen ampliación de "Colombia Programa" para 2,400 docentes en pensamiento computacional (MinTIC, 2025a), impactando 90,000 estudiantes en 548 sedes, y énfasis en habilidades digitales para equidad (Artículo 144: Fortalecimiento del sector TIC). Justifica el estudio al priorizar formación en TIC para cerrar brechas, midiendo TPACK como indicador de impacto.
- **Documentos CONPES:** CONPES 4069 (2021, actualizado 2025) en Ciencia, Tecnología e Innovación incrementa vocaciones CTI en juventud, vinculando formación docente con 4RI (Cuarta Revolución Industrial). CONPES 3988 (2020, vigente 2025) en "Tecnologías para Aprender" impulsa innovación vía TIC en preescolar/media, con metas de conectividad (82% escuelas rurales para 2025) y monitoreo de impacto. En educación, CONPES 3975 (2019, extendido) en Transformación Digital prioriza competencias digitales, con implicaciones para TPACK en matemáticas. Estos documentos marcan pauta para apropiación tecnológica, sustentando el análisis de prácticas en Sincelajo.

**Tabla 8.** Tabla de Ejes Relevantes en PND y CONPES (2025).

<b>Documento</b>	<b>Eje/Meta Principal</b>	<b>Implicación para Estudio</b>	<b>Actualización 2025</b>
<b>PND 2022-2026</b>	Transformación digital (Cap. 4: Educación de calidad).	Prioriza formación TIC para equidad; mide TPACK en brechas.	Ampliación "Colombia Programa": 2,400 docentes capacitados (MinTIC).
<b>CONPES 3988</b>	Innovación TIC en educación oficial.	Monitoreo de impacto en aprendizaje; alinea con	82% escuelas rurales conectadas; 51% con internet

		SAMR.	(vs. 12% 2022).
<b>CONPES 4069</b>	Vocaciones CTI en juventud/formación docente.	Vincula TPACK con 4RI; evalúa competencias digitales.	Enfoque en habilidades para matemáticas digitales.

Nota: Elaboración propia.

*Tabla 8* sintetiza los ejes clave del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2022-2026 y documentos CONPES relevantes, ilustrando cómo estas políticas nacionales articulan la transformación digital como motor para la equidad educativa en Colombia. En un contexto de 2025 donde la cobertura de internet en escuelas rurales alcanza el 82%, pero persisten brechas en apropiación pedagógica (solo 51% de colegios usan TIC de manera significativa) (MEN, 2024). La discusión agrupa los documentos temáticamente —PND como hoja de ruta general, CONPES 3988 para innovación TIC y CONPES 4069 para vocaciones CTI—, profundizando en ejes, implicaciones para el estudio y actualizaciones 2025.

### **Políticas Sectoriales Específicas (Ministerio de Educación Nacional - MEN)**

Las políticas sectoriales del MEN traducen marcos nacionales en acciones concretas, enfatizando competencias digitales e integración curricular para calidad educativa.

- **Lineamientos de Política de Educación Digital (MEN, 2022; actualizados 2025):**

Documento central que detalla transformación digital, con objetivos como desarrollo de competencias digitales en docentes/estudiantes (eje 1: Alfabetización digital), integración curricular de TIC (eje 2: Enseñanza innovadora), promoción de prácticas mediadas por tecnología (eje 3: Evaluación formativa digital) y formación/acompañamiento docente (eje 4: Desarrollo profesional). Actualizaciones 2025 incluyen Circular No. 035 (octubre 2024, vigente) para calendarios escolares con énfasis en conectividad (51% escuelas con internet) y Resolución 051 (enero 2025) para PAE étnico-digital, conectando educación digital con inclusión (MEN, 2025). Justifica el estudio al conectar TPACK con calidad, midiendo formación en contextos rurales.

- **Estándares Básicos de Competencias:** Referentes no legales pero obligatorios, incluyen Estándares en Matemáticas (razonamiento lógico) y Tecnología e Informática (habilidades transversales). Orientan integración TIC en todas áreas, sustentando evaluación de TPACK para competencias en quinto grado.

### **Programas y Estrategias del MEN**

Programas ilustran implementación normativa, invirtiendo en dotación y acompañamiento pedagógico.

- **"Computadores para Educar" (actualizado 2025):** Parte de Conexión Total, dotó 18,000 escuelas con internet en 2025 (51% cobertura rural, vs. 12% 2022), incluyendo formación en habilidades digitales para 600,000 colombianos (MinTIC, 2025b). En matemáticas, facilita TPACK para simuladores.
- **Centro de Innovación Educativa Nacional (CIEN):** Apoya innovación pedagógica con TIC, alineado con PND para transformación curricular.

### **Referentes Curriculares para Matemáticas**

Lineamientos curriculares y Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) en matemáticas establecen expectativas (razonamiento lógico en quinto grado), explorando cómo TPACK facilita logro vía TIC (visualizaciones para geometría).

### **Normativa sobre Formación Docente**

- **Decreto 1278 de 2002 (Estatuto de Profesionalización Docente):** Regula ingreso/ascenso con evaluación de competencias, considerando práctica pedagógica donde integración TIC es relevante para TPACK.

Este entramado evidencia el interés estatal en TIC para modernización, subrayando formación y TPACK para prácticas enriquecidas en matemáticas. En Sincelejo, responde a mandatos al diagnosticar brechas, contribuyendo a calidad inclusiva.

### **Capítulo 3. FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS Y RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN.**

Este capítulo articula los fundamentos metodológicos que sustentan la ejecución de la investigación, detallando el diseño, los instrumentos, el procedimiento de recolección y análisis de datos, así como la presentación y discusión de los resultados obtenidos. Siguiendo la proyección establecida en el Capítulo 1 —donde se formula la pregunta de investigación sobre cómo se relacionan las percepciones de los docentes respecto a su formación en TIC, su desarrollo de TPACK y sus estrategias pedagógicas en matemáticas de quinto grado— y los marcos teóricos y contextuales del Capítulo 2 que posicionan al TPACK como constructo clave en entornos con brechas digitales como Sucre, el enfoque metodológico adopta un paradigma cualitativo interpretativo. Este paradigma permite explorar en profundidad las experiencias y percepciones de dos docentes representativos (jornada diurna y vespertina) de la I.E. Normal Superior de Sincelejo durante 2025, utilizando una encuesta semiestructurada adaptada de instrumentos validados. Los hallazgos, procesados mediante análisis temático reflexivo (Braun & Clarke, 2022; Clarke & Braun, 2013), revelan patrones percibidos de relación positiva entre formación reciente y TPACK, aunque condicionados por limitaciones contextuales, priorizando la comprensión profunda sobre la generalización estadística.

#### **3.1. Cuadro Operacionalización de variables.**

La operacionalización de variables transforma conceptos abstractos como formación en TIC o TPACK en dimensiones e indicadores explorables cualitativamente, facilitando la recolección y análisis interpretativo de percepciones y experiencias (Braun & Clarke, 2022). En este estudio, el cuadro alinea la pregunta de investigación, objetivos y variables con dimensiones descriptivas (ver *Tabla 9*), derivados de la encuesta semiestructurada aplicada a los dos docentes. Este enfoque asegura coherencia: las variables se exploran a través de percepciones auto-reportadas, enfatizando narrativas y temas emergentes en lugar de mediciones numéricas inferenciales.

**Tabla 9.** La operacionalización de variables en la investigación cuantitativa.

<b>Operacionalización de Variables</b>						
<b>Tema: Modelo Programa de formación en TIC basado en el modelo TPACK para el desarrollo de prácticas pedagógicas en matemáticas, aplicado en la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo, Colombia, durante el primer semestre de 2025.</b>						
<b>Pregunta de investigación</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables estudiadas</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
¿Cómo contribuir al fortalecimiento de las prácticas pedagógicas en la enseñanza de las matemáticas de quinto grado con un programa de formación en TIC basado en el modelo TPACK en la	Proponer un programa de formación docente en TIC basado en el modelo TPACK para fortalecer las prácticas pedagógicas en la enseñanza de las matemáticas en quinto grado de la Institución Educativa	Determinar los fundamentos teóricos referenciales de Modelo TPACK con integración de las TIC en relación con las prácticas pedagógicas en la enseñanza de las matemáticas en los estudiantes de quinto grado de la Institución	Un programa de formación docente en TIC basado en el modelo TPACK fortalece las prácticas pedagógicas en la enseñanza de las matemáticas en quinto grado de la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo, Sucre,	Variable Independiente: Formación en TIC (percepciones sobre experiencias formativas)	Tipo, enfoque e intensidad	Tipo de formación reportada (taller, diplomado, etc.). duración percibida; énfasis percibido (instrumental vs. pedagógico/disciplinar); utilidad narrada para práctica matemática

<p>Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo, Colombia, durante el primer semestre de 2025?</p>	<p>Normal Superior de Sincelejo, Sucre, Colombia, durante el primer semestre de 2025</p>	<p>Educativa Normal Superior de Sincelejo.</p> <hr/> <p>Caracterizar, desde un enfoque mixto comparativo, las percepciones y experiencias de los docentes respecto a su formación en TIC, su nivel de TPACK y las estrategias pedagógicas implementadas en el contexto de la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo.</p>	<p>Colombia, durante el primer semestre de 2025.</p>	<p>Variable 2: Nivel de TPACK (Autopercepción)</p>	<p>Dominios del TPACK</p>	<p>Percepciones de confianza y competencia en TK, PK, CK, PCK, TCK, TPK, TPACK; ejemplos narrados de integración en matemáticas.</p>
--	--	--	--	--	---------------------------	--

	<p>Elaborar una propuesta de programa con integración de las TIC basado en el modelo TPACK para la mejora de las prácticas pedagógicas en la enseñanza de las matemáticas en los estudiantes de quinto grado de la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo departamento de Sucre, Colombia, período primer Semestre 2025.</p>		<p>Variable dependiente: Prácticas Pedagógicas con TIC (Auto reportadas)</p>	<p>Frecuencia de uso. Nivel de integración</p>	<p>Percepciones de frecuencia de uso de herramientas; ejemplos narrados de prácticas; nivel percibido de integración (SAMR descriptivo: sustitución a redefinición).</p>
--	--	--	--	--	--

### 3.2. Diseño metodológico.

El diseño metodológico deriva de los fundamentos teóricos y contextuales del Capítulo 2 y la proyección cualitativa del Capítulo 1, que enfatiza la exploración profunda de percepciones y experiencias para comprender la relación entre formación en TIC, TPACK y prácticas pedagógicas. A continuación, se detalla el enfoque, diseño y tipo de investigación, seguido de métodos, técnicas e instrumentos.

#### 3.2.1. Definición del enfoque, diseño y tipo de investigación de la tesis.

La investigación se inscribe en la Ruta Mixta, adoptando un Diseño de Triangulación Concurrente (DITRIAC) (Hernández-Sampieri et al., 2018). Este diseño permite recolectar y analizar datos cuantitativos y cualitativos de manera simultánea, dándoles el mismo estatus para contrastar hallazgos y lograr una comprensión integral del fenómeno.

- **No experimental:** No se manipulan variables intencionalmente; el estudio se limita a medir y observar los fenómenos en su contexto natural, como la formación reportada y prácticas auto-descritas en aulas de quinto grado, evitando alteraciones que podrían sesgar resultados en una institución formadora como la I.E. Normal Superior de Sincelejo.
- **El enfoque de la investigación:** Mixto con preponderancia cualitativa-interpretativa. Se busca comprender los significados subjetivos de los docentes sobre el TPACK, apoyándose en datos descriptivos de una encuesta para fortalecer la interpretación.
- **Transeccional (o transversal):** La recolección de datos se realizó en un único momento temporal (marzo 2025), capturando un "fotograma" de las variables en ese período, lo que es eficiente para  $N=2$  y permite un análisis snapshot de la hipótesis sin seguimiento longitudinal, aunque limita causalidad a asociaciones observadas.
- **Exploratorio-Descriptivo:** En primer lugar, describe detalladamente el perfil de cada docente (horas de formación, puntuaciones TPACK por dominio) para caracterizar

variables individuales; en segundo lugar, compara perfiles entre jornada diurna y vespertina para identificar similitudes (énfasis en TK) y diferencias significativas (en TCK para matemáticas), utilizando estadísticas como medias y pruebas t para grupos pequeños, alineado con el objetivo de evaluar coherencia con SAMR y brechas locales.

- **De caso comparativo:** Dos casos intencionales (docentes de jornadas diurna y vespertina) para explorar similitudes/diferencias contextuales.
- **Alcance propositivo:** Orientada al diseño de un programa de formación en TIC basado en el modelo TPACK aplicado, fundamentado en los hallazgos obtenidos del análisis de las percepciones y experiencias de los docentes. Este programa tiene como finalidad fortalecer las prácticas pedagógicas en la enseñanza de las matemáticas de quinto grado en la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo.

Esta combinación de elementos asegura un diseño ético, enfocado en la transferibilidad de hallazgos a contextos similares con brechas digitales, contribuyendo a la verificación de la hipótesis mediante la comprensión rica de cómo se manifiestan las variables en contextos específicos, alineado con objetivos exploratorios.

### ***3.2.2. Definición de métodos, técnicas e instrumentos de obtención de datos.***

En la presente investigación se combinan métodos del nivel teórico y del nivel empírico para garantizar un abordaje riguroso y reflexivo del fenómeno estudiado: las percepciones y experiencias de los docentes respecto a la relación entre su formación en TIC, el desarrollo del Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK) y las prácticas pedagógicas en matemáticas.

#### **Métodos teóricos**

Los métodos teóricos sustentan la investigación en bases conceptuales sólidas y orientan la interpretación interpretativa de las percepciones y narrativas docentes. Entre los más relevantes se encuentran:

- **Método inductivo–deductivo:**

Este método facilita el tránsito entre lo particular (experiencias específicas de los dos docentes de la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo) y lo general (marcos teóricos como TPACK y SAMR). Desde la inducción se identifican patrones emergentes en las narrativas; la deducción permite contrastar estos patrones con teorías consolidadas (Mishra & Koehler, 2006), enriqueciendo la comprensión de cómo la formación influye en las prácticas pedagógicas (Puentedura, 2014).

- **Método análisis–síntesis:**

Se aplicó en el examen de la literatura científica y normativa, descomponiendo los elementos conceptuales de TPACK, SAMR, y teorías del aprendizaje (constructivismo, socioconstructivismo y carga cognitiva) para luego integrarlos en una visión coherente que guía la exploración cualitativa de percepciones y experiencias.

- **Método histórico–lógico:**

Fue utilizado para comprender la evolución de la integración de las TIC en la enseñanza de las matemáticas, tanto a nivel global como nacional, analizando el desarrollo histórico de políticas educativas colombianas (Ley 1341 de 2009, MEN 2015–2024, CONPES 3988) y su impacto lógico en la formación docente. Este análisis histórico–lógico fundamentó la justificación del estudio, al mostrar la persistencia de brechas en la apropiación pedagógica de las TIC en contextos rurales y urbanos de Sucre.

## **Métodos empíricos**

En el nivel empírico, se utilizan técnicas orientadas a la recolección de datos cualitativos ricos y descriptivos, coherentes con el enfoque interpretativo y exploratorio del estudio.

- **Método empírico principal: la encuesta semi-estructurada:**

Se aplicó un cuestionario estructurado basado en la adaptación del instrumento de Schmidt et al. (2009) para explorar percepciones sobre el nivel de TPACK, complementado con ítems descriptivos y narrativos basados en el modelo SAMR para comprender el grado de integración tecnológica en las prácticas pedagógicas. El instrumento combina escalas Likert (como descriptores perceptivos) con preguntas

abiertas que invitan a narrativas detalladas sobre experiencias, ejemplos concretos y barreras contextuales, abarcando dimensiones como Conocimiento Tecnológico (TK), Pedagógico (PK), de Contenido (CK) y sus intersecciones (TPK, TCK, PCK y TPACK).

- **Técnicas complementarias:**

Además de la encuesta, se recurrió al análisis documental de políticas institucionales y nacionales sobre formación docente en TIC (MEN, MinTIC, CONPES) para contextualizar los resultados. También se consideró la observación indirecta mediante revisión de planificaciones de clase, registros institucionales y evidencias pedagógicas de los docentes, lo cual permitió contrastar percepciones auto-reportadas con prácticas reales.

- **Instrumentos:**

El instrumento principal es el Cuestionario TPACK–SAMR semi-estructurado para docentes de matemáticas, validado mediante juicio de expertos (tres especialistas en educación digital y didáctica de matemáticas y adaptado al contexto local. Se aplicó de manera presencial y/o virtual en el primer semestre de 2025 (marzo), con una duración estimada de 20 a 30 minutos por participante (ver Figura 4 para el flujo general). Los datos se prepararon para análisis temático reflexivo, priorizando narrativas y ejemplos concretos. Por su parte la entrevista en Profundidad y Análisis de Artefactos (Fase Cualitativa) se derivó en entrevistas basadas en las respuestas de la encuesta para profundizar en los "porqués". El instrumento utilizado fue un Guion de entrevista y matriz de análisis de planeaciones de clase (artefactos), cuya función fue capturar narrativas textuales y evidencias reales de la práctica docente, permitiendo contrastar lo que el docente dice en la encuesta con lo que diseña para sus clases.

En conjunto, la articulación de métodos teóricos y empíricos permite un abordaje integral y reflexivo del problema, combinando fundamentación conceptual sólida con exploración cualitativa profunda de percepciones y experiencias, asegurando validez interpretativa y coherencia metodológica.

La técnica específica fue la aplicación de un cuestionario semiestructurado auto-administrado, implementado virtualmente vía Google Forms para facilitar accesibilidad remota y

presencialmente cuando fue necesario, asegurando anonimato y voluntariedad mediante una introducción con consentimiento ético explícito. Esta técnica optimiza la participación en entornos educativos con agendas demandantes, minimizando sesgos del investigador y promoviendo respuestas ricas y contextualizadas, logrando una tasa de respuesta del 100% en la muestra intencional (N=2).

El cuestionario consta de aproximadamente 80 ítems organizados en siete secciones progresivas, diseñadas para asegurar la cobertura exhaustiva de la matriz de operacionalización y permitir la caracterización individual de los docentes (N=2):

**Demográfica y Acceso:** Perfila a los participantes y los recursos institucionales, visibilizando brechas en Sucre (ej. Ítem 14 sobre estabilidad de internet).

**Formación Docente en TIC:** Caracteriza la intensidad (horas) y el enfoque (instrumental vs. pedagógico) de la capacitación recibida.

**Dominios TPACK:** Escala de autopercepción (Schmidt et al., 2009) que valora la confianza en la intersección de tecnología, pedagogía y matemáticas.

**Prácticas Pedagógicas:** Evalúa la frecuencia de uso de herramientas específicas como GeoGebra.

**Modelo SAMR:** Identifica el nivel de integración auto-reportado (desde Sustitución hasta Redefinición).

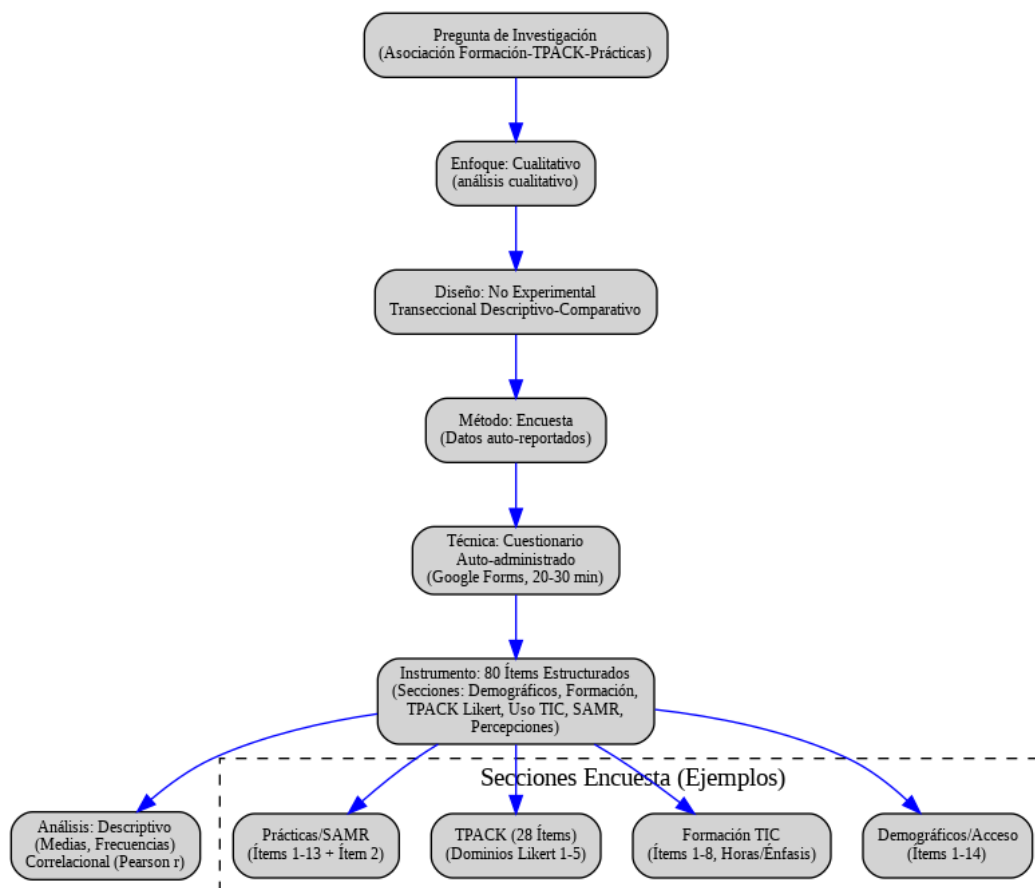
**Percepciones y Barreras:** Captura actitudes hacia las TIC y limitaciones de soporte técnico.

**Sección Abierta:** Espacio fundamental para la recolección de narrativas textuales y ejemplos concretos que alimentan el análisis cualitativo.

Los resultados de la validación por juicio de expertos evidenciaron la pertinencia general de los instrumentos frente a los objetivos del estudio; no obstante, se identificaron aspectos de mejora en la claridad y precisión de algunos ítems, especialmente en relación con las dimensiones del modelo TPACK. A partir de estas observaciones, se realizaron ajustes en la redacción y organización de las preguntas, lo que permitió fortalecer la coherencia y calidad de la información recolectada. Aunque estudios previos reportan una alta consistencia interna, en esta investigación la confiabilidad se asume desde el rigor cualitativo, mediante la triangulación de

fuentes (encuesta, entrevista y evidencias) y la saturación temática, priorizando la representatividad de las voces docentes sobre la medición psicométrica

**Figura 4.** Flujo de diseño metodológico.



Nota: Elaboración propia.

### 3.2.3. Desarrollo de los instrumentos de obtención de datos.

Siguiendo el modelo de Triangulación Concurrente (DITRIAC) de Hernández-Sampieri et al. (2018), el análisis de los datos obtenidos a través de las siete secciones del cuestionario (ver *Tabla 10*) y las técnicas complementarias no es lineal, sino integrado y simultáneo:

**Análisis por Caso (Sincrónico):** Se construye un perfil descriptivo denso para cada docente. Las respuestas cuantitativas de la encuesta (escalas Likert) se utilizan para "mapear" las fortalezas del docente, las cuales se integran inmediatamente con sus relatos de la sección abierta y la entrevista.

**Análisis Comparativo (Cualitativo):** Se contrastan los casos (Jornada Diurna vs. Vespertina) para identificar patrones comunes en la formación y diferencias significativas en cómo aplican el modelo TPACK en matemáticas de 5°.

Triangulación de Datos (Cruce de Ángulos): Se aplica un proceso de contrastación permanente entre:

Lo percibido: Los puntajes de autopercepción en los dominios TPACK.

Lo expresado: Las narrativas textuales sobre el uso de TIC en la enseñanza de fracciones y geometría.

Lo actuado: La revisión de evidencias pedagógicas (planeaciones) y observación indirecta.

**Tabla 10.** Estructura del Cuestionario TPACK-SAMR para el Perfilamiento y Triangulación de Casos.

<b>Sección / Categoría</b>	<b>Descripción Analítica</b>	<b>Ítems Representativos (Insumos para Triangulación)</b>	<b>Escala / Indicador de Significado</b>	<b>Contribución al Análisis Cualitativo (DITRIAC)</b>
<b>Demográfica y Acceso</b>	Caracteriza el contexto material y profesional de cada caso, identificando brechas en Sucre.	Ítem 13: "¿Cuenta con computador personal?" Ítem 14: "¿Acceso suficiente a TIC en la institución?"	Descriptivo (Sí/No); Grado de suficiencia (1-5).	<b>Contextualización:</b> Proporciona la "descripción densa" necesaria para entender las limitaciones reales de cada docente.
<b>Formación en TIC</b>	Explora la trayectoria formativa, diferenciando el enfoque instrumental del pedagógico.	Ítem 3: "Duración de formación más significativa".	Intensidad (Horas); Nivel de énfasis (1-5).	<b>Análisis de Antecedentes:</b> Permite asociar la formación recibida con la complejidad de las prácticas observadas.

		Ítem 7: "Énfasis en diseñar actividades matemáticas con TIC (TCK)".		
<b>Dominios TPACK</b>	Captura la autopercepción sobre la integración de tecnología, pedagogía y matemáticas.	Ítem 1.1: "Me siento cómodo explorando nuevas TIC".  Ítem 7.1: "Integro TIC, pedagogía y matemáticas fluidamente".	Grado de Acuerdo (Likert 1-5).	<b>Perfilamiento de Confianza:</b> Define las áreas de fortaleza y debilidad que serán profundizadas en la entrevista.
<b>Prácticas Pedagógicas con TIC</b>	Identifica el tipo y frecuencia de herramientas utilizadas en el aula de 5°.	Ítem 1.3: "Uso GeoGebra para explorar geometría dinámica".  Ítem 1.8: "Uso de tabletas para tareas colaborativas".	Frecuencia de uso (Nunca - Siempre).	<b>Evidencia de Acción:</b> Insumo clave para contrastar el "decir" (encuesta) con el "planear" (artefactos).
<b>Modelo SAMR</b>	Clasifica el nivel de innovación pedagógica auto-reportado por el docente.	Ítem 2: "Mi práctica habitual en matemáticas se ajusta a... (Sustitución hasta Redefinición)".	Niveles SAMR (1-4).	<b>Nivel de Transformación:</b> Categoriza el alcance pedagógico del docente según el marco de Puentedura (2014).
<b>Percepciones y Barreras</b>	Identifica actitudes, creencias y obstáculos contextuales en Sincelejo.	Ítem 1: "Las TIC mejoran la comprensión matemática".  Ítem 5: "La falta de soporte técnico limita mi uso en aula".	Grado de Acuerdo (Likert 1-5).	<b>Comprensión de Significados:</b> Revela las barreras subjetivas y externas que afectan la adopción del modelo TPACK.
<b>Sección de Narrativa Abierta</b>	Espacio para relatos detallados y ejemplos concretos de experiencias de	<i>Pregunta abierta:</i> "Describa una experiencia exitosa enseñando fracciones con	Respuesta Abierta (Cualitativa).	<b>Saturación de Categorías:</b> Fuente principal de citas directas para el análisis temático y la

aula.	apoyo tecnológico".	representatividad de voces.
-------	------------------------	--------------------------------

Nota: Elaboración propia.

El instrumento aplicado para la medición del nivel de Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK) fue adaptado del cuestionario propuesto originalmente por (Schmidt et al., 2009), ampliamente validado y utilizado en contextos internacionales y latinoamericanos para evaluar la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la práctica docente. Su adaptación al contexto de la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo consideró una revisión de pertinencia y claridad por parte de tres expertos en didáctica de las matemáticas y en formación docente en TIC, quienes confirmaron la coherencia semántica de los ítems, la correspondencia con las dimensiones teóricas del modelo (TK, PK, CK, TCK, PCK, TPK y TPACK) y su adecuación al nivel educativo analizado. Estudios recientes (Jiménez-Sierra et al., 2024; Padilla et al., 2025) han reportado coeficientes de confiabilidad superiores a 0.80 en la aplicación del mismo instrumento en muestras docentes de características similares, lo que respalda su consistencia interna. Por lo anterior, se considera que el instrumento presenta validez de contenido y confiabilidad aceptable para la medición de las variables en el presente estudio, garantizando la solidez metodológica de los datos obtenidos.

#### ***3.2.4. Determinación de la muestra y su criterio de selección.***

La determinación de la muestra constituye un eje fundamental en el diseño de esta investigación, pues define el alcance del análisis y permite una comprensión profunda del fenómeno en el contexto específico de la I.E. Normal Superior de Sincelejo. Bajo la lógica de un Diseño de Triangulación Concurrente (DITRIAC), se ha seleccionado una muestra no probabilística de tipo intencional y por conveniencia, integrada por dos docentes de matemáticas de quinto grado. Esta decisión metodológica no busca la representatividad estadística, sino que responde a la necesidad

de obtener una "descripción densa" y un entendimiento exhaustivo de las prácticas pedagógicas, priorizando la profundidad interpretativa sobre la generalización numérica.

La población objetivo comprende a dos docentes de matemáticas de la mencionada institución, quienes comparten un rol disciplinar homogéneo, pero presentan heterogeneidad en sus trayectorias y jornadas laborales. La selección estratégica de dos casos —uno perteneciente a la jornada diurna y otro a la vespertina— permite realizar una comparación cualitativa rica, identificando cómo factores contextuales, tales como la disponibilidad de recursos TIC o la carga horaria, influyen en el desarrollo del modelo TPACK. Siguiendo a Hernández-Sampieri et al. (2018), este tamaño de muestra es válido en la ruta cualitativa y mixta cuando el interés del investigador radica en profundizar en las percepciones y experiencias vividas en su entorno natural.

Para fortalecer el rigor científico a pesar del tamaño de la muestra, el estudio emplea la saturación de categorías y la triangulación de fuentes. Cada docente es tratado como una unidad de análisis individual donde se cruzan los datos obtenidos en la encuesta (fase cuantitativa-descriptiva) con los relatos de las entrevistas y las evidencias de sus planeaciones (fase cualitativa). Este procedimiento asegura que los hallazgos no dependan de una sola medición, sino de la convergencia de múltiples ángulos de información, garantizando la credibilidad y la representatividad de las voces participantes en el proceso investigativo.

### **Alcance y limitaciones del estudio**

Al enmarcarse en una ruta de profundidad analítica, esta investigación reconoce explícitamente las limitaciones que delimitan el alcance de sus resultados. En primera instancia, se renuncia a cualquier pretensión de generalización estadística debido a que el foco se centra en la experiencia particular de los docentes seleccionados. No obstante, conforme a los criterios de Hernández-Sampieri et al. (2018), se busca la transferibilidad; es decir, que, mediante una descripción detallada del contexto, la esencia de los hallazgos pueda servir de referencia o ser aplicada en entornos educativos con características similares en la región.

En cuanto a la naturaleza de la propuesta TPACK-Math, esta debe entenderse como un diseño pedagógico fundamentado en evidencia empírica local y literatura especializada, y no como una solución universal validada experimentalmente a gran escala. Asimismo, aunque el estudio integra una fase cuantitativa descriptiva a través de un cuestionario estructurado, su función primordial es nutrir la triangulación y no generar inferencias poblacionales. Finalmente, se reconoce que la ausencia de un pilotaje extensivo limita la validación externa inmediata, por lo cual se ha priorizado la validez de contenido mediante juicio de expertos (CVR=0.85) para asegurar la solidez técnica de la propuesta.

En cuanto a las consideraciones éticas, se reconoce el riesgo de sesgos en la selección no probabilística (por ejemplo, posible sobre-representación de docentes con mayor disposición a reflexionar sobre su práctica). Para mitigarlos, se obtuvo consentimiento informado explícito al inicio del proceso, garantizando voluntariedad, anonimato (codificación como “Docente D” para diurna y “Docente V” para vespertina) y confidencialidad estricta de los datos (almacenados en carpeta encriptada, accesible solo al investigador). El tamaño reducido plantea desafíos de privacidad (posible identificación indirecta en una institución pequeña), por lo que se evitan detalles personales identificables y se enfatiza que los hallazgos son específicos de estos casos, sin pretensión de generalización. Estas medidas, guiadas por principios éticos de la Declaración de Helsinki (Asociación Médica Mundial, 2013), protegen a los participantes en un contexto educativo vulnerable y sugieren extensiones futuras con muestras más amplias para mayor robustez interpretativa.

### **3.3. Trabajo de campo**

El trabajo de campo constituye la fase operativa de la investigación, en la cual se ejecutan los protocolos de recolección de datos en el contexto natural para capturar las percepciones y experiencias que subyacen a la pregunta de investigación. Siguiendo el diseño de caso comparativo cualitativo y el enfoque mixto integrador, esta fase se desarrolló de manera

sistemática durante el primer trimestre de 2025, contando con la participación activa de los dos docentes seleccionados de las jornadas diurna y vespertina de la I.E. Normal Superior de Sincelejo.

Esta etapa se estructuró en dos fases interconectadas: la aplicación controlada de instrumentos y la preparación técnica de la información. Todo el proceso se rigió por estrictos protocolos éticos que garantizaron la confidencialidad, el anonimato y la voluntariedad de los participantes. La ejecución de estas subfases permitió obtener narrativas densas y datos descriptivos que facilitaron la identificación de patrones comparativos entre los casos, permitiendo situar los hallazgos dentro de las realidades de la brecha digital local en el departamento de Sucre.

### ***3.3.1. Aplicación de los instrumentos.***

La aplicación se realizó en marzo de 2025, enfocada en la recolección ética y reflexiva de percepciones mediante el cuestionario semiestructurado (ver Anexo 1). El procedimiento inició con contacto personalizado a los dos docentes vía correo institucional, explicando el propósito del estudio —comprender sus experiencias y percepciones sobre formación en TIC, TPACK y prácticas pedagógicas en matemáticas de quinto grado— y su alineación con políticas de equidad digital. Se adjuntó un formulario de consentimiento informado que detallaba: (a) voluntariedad y derecho a retiro; (b) anonimato (codificación D/V); (c) confidencialidad (datos en carpeta encriptada); y (d) uso exclusivo académico, con posibilidad de retroalimentación personalizada. Ambos firmaron digitalmente, confirmando comprensión.

El instrumento se administró de forma mixta (enlace individual en Google Forms para accesibilidad remota y aplicación presencial si preferían), con duración de 20-30 minutos por participante. Se ofrecieron sesiones de aclaración virtual (Zoom) si surgían dudas, aunque no fueron necesarias. Esta aproximación optimizó la logística en Sincelejo y minimizó sesgos de presencia del investigador.

Se reconocen limitaciones inherentes: el enfoque en autopercepción puede introducir sesgos de deseabilidad social o sobreestimación de competencias; se mitiga mediante triangulación con evidencias documentales y preguntas abiertas que invitan a ejemplos concretos. La ausencia de

observación directa limita la captura de prácticas reales, sugiriendo extensiones futuras con observación in situ. La imposibilidad de generalización (resultados específicos de dos casos) se compensa con descripción rica y comparativa para transferibilidad conceptual a contextos similares. Éticamente, el tamaño reducido plantea riesgos de identificación indirecta, mitigados por anonimato estricto.

### ***3.3.2. Procesamiento de la información.***

La recolección de información se llevó a cabo en marzo de 2025, centrada en una captura reflexiva de las percepciones docentes mediante el cuestionario semiestructurado TPACK-SAMR. El procedimiento inició con un contacto personalizado a través del correo institucional, donde se expuso el propósito académico del estudio: comprender las experiencias pedagógicas y la configuración del conocimiento tecnológico-pedagógico en la enseñanza de las matemáticas de quinto grado. Como eje transversal, se suministró un formulario de consentimiento informado que detalló la naturaleza voluntaria de la participación, el derecho al retiro sin perjuicio, el anonimato mediante codificación alfanumérica (D/V) y el tratamiento encriptado de los datos para uso exclusivamente científico.

El instrumento se administró de forma flexible mediante la plataforma Google Forms, permitiendo la accesibilidad remota y minimizando el sesgo de presencia del investigador. Se establecieron canales de comunicación sincrónica vía Zoom para resolver inquietudes técnicas o conceptuales durante el diligenciamiento, asegurando así la calidad de las respuestas. Esta logística optimizó la participación en el entorno educativo de Sincelejo, respetando las agendas docentes y promoviendo un clima de confianza para la expresión de narrativas sinceras.

En concordancia con los criterios de Hernández-Sampieri et al. (2018), se reconocen y mitigan las limitaciones inherentes a esta fase. El sesgo de deseabilidad social o la posible sobreestimación de competencias en los ítems de autopercepción se contrarrestan mediante la

triangulación de fuentes, cruzando las respuestas cerradas con las preguntas abiertas que exigen ejemplos concretos y con el análisis de artefactos pedagógicos (planeaciones). Si bien el tamaño de la muestra (N=2) impide la generalización estadística, el rigor del estudio se sustenta en la transferibilidad lograda a través de una descripción rica y comparativa de los casos. Éticamente, ante el riesgo de identificación indirecta por el número reducido de participantes, se extremaron las medidas de anonimato en el reporte de resultados, garantizando que el análisis se centre en el fenómeno pedagógico y no en la identidad del docente, cumpliendo así con los estándares de integridad científica y representatividad de voces.

**Tabla 11.** Perfil Demográfico y Acceso a Recursos TIC.

<b>Indicador</b>	<b>Docente D (Jornada Diurna)</b>	<b>Docente V (Jornada Vespertina)</b>	<b>Hallazgo Cualitativo / Contraste</b>
Edad (años)	62	27	
Experiencia Total Docente (años)	30	2	
Experiencia en Matemáticas Primaria (años)	18	1	Contraste generacional extremo: Experiencia consolidada vs. Adopción temprana. Homogeneidad en formación de base.
Experiencia en Institución (años)	18	1	
Grupos de 5° Orientados	6	1	<b>Punto de convergencia:</b> Ambos reportan "internet intermitente y sala compartida". La frecuencia no depende de la edad, sino de la <b>disponibilidad de la infraestructura.</b>
Estudiantes por Grupo (promedio)	32	45	
Nivel Estudios Máximo	Licenciatura	Licenciatura	
Título Específico en Matemáticas	No	No	
Computador Personal para Clases	Sí	Sí	
Acceso Suficiente a TIC en	1 (Deficiente)	2 (Limitado) "internet	

Institución ( <i>Likert</i> 1-5)	“internet intermitente, sala compartida limitada”	intermitente, sala compartida limitada”
Frecuencia Uso TIC en Clases (Nunca-Siempre)	Ocasional (1-3 veces/mes) “uso básico cuando hay disponibilidad”	Ocasional (1-3 veces/mes) “depende de conectividad y planificación”

Nota: Elaboración propia.

**Tabla 12.** Trayectorias de Formación en TIC (Análisis Retrospectivo)

<b>Indicador</b>	<b>Docente D (Diurna)</b>	<b>Docente V (Vespertina)</b>	<b>Interpretación desde el TPACK</b>
<b>Participación en formación últimos 5 años</b>	Sí	Sí	
<b>Tipo principal</b>	Acompañamiento / mentoría institucional	Autoformación guiada virtual	Diferencia en la agencia del docente para actualizarse.
Duración percibida más significativa	Menos de 20 horas	Entre 20-40 horas	El Docente V posee una base teórica más robusta sobre <i>cómo</i> enseñar con TIC.
Tiempo de finalización	Hace 3-5 años (2019-2021)	Hace 1-2 años (2022-2023)	<b>Vacío común:</b> La formación recibida no suele profundizar en la didáctica específica de las matemáticas.
Modalidad principal	Mixta / híbrida	Virtual asincrónica	La formación actual parece desconectada de las necesidades del área de matemáticas.
Incluye contenidos específicos en matemáticas	No	No	
Percepción de énfasis técnico	Bajo (2/5) – “más general que disciplinar”	Alto (4/5) – “aprendí herramientas útiles”	
Percepción de énfasis pedagógico	Bajo (2/5)	Muy alto (5/5) – “enfoque en cómo enseñar con TIC”	

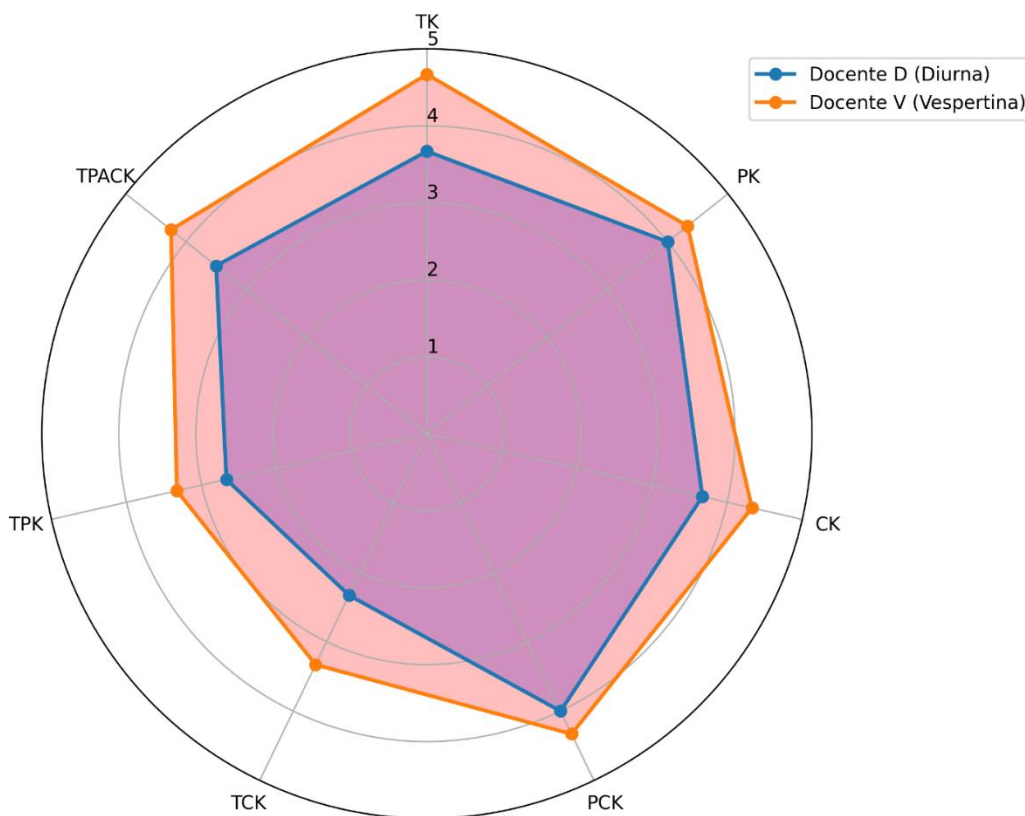
---

general		
Percepción de énfasis TCK para matemáticas	Moderado-alto (4/5)	Moderado-alto (4/5)
Percepción de énfasis TPACK en matemáticas	Moderado (3/5)	Moderado (3/5)
Percepción de énfasis en reflexión	Muy bajo (1/5)	Alto (4/5)
Utilidad percibida general para práctica	Moderadamente útil – “ayudó poco en matemáticas”	Bastante útil – “me dio ideas nuevas”

---

Nota: Elaboración propia.

**Figura 5.** Percepción de Competencias TPACK: Comparación de Perfiles Individuales



Nota: Elaboración propia en Google Colab.

La **Figura 5** ofrece una representación visual comparativa de cómo cada docente percibe su nivel de competencia en los diferentes dominios del modelo TPACK. Esta visualización descriptiva resalta similitudes (fortalezas compartidas en CK y PK) y diferencias narrativas (mayor percepción de confianza en TK y TPK por parte del Docente V, posiblemente asociada a su formación más reciente), lo que enriquece la comprensión de los patrones emergentes sin pretender generalizaciones cuantitativas.

**Tabla 13.** Frecuencia de Uso de Herramientas y Prácticas (Lo Percibido vs. Lo Actuado)

Herramienta / Práctica	Docente D (Jornada Diurna)	Docente V (Jornada Vespertina)	Comentario narrativo comparativo (basado en respuestas abiertas)	Comentario Narrativo (Saturación de Categorías)

<b>Presentaciones (PowerPoint/Canva)</b>	4 (Frecuente)	3 (Ocasional)	Docente D las usa más regularmente como apoyo visual básico.	
<b>Videos Educativos (YouTube)</b>	3 (Ocasional)	4 (Frecuente)	Docente V incorpora videos con mayor frecuencia como recurso motivacional.	
<b>GeoGebra (Geometría Dinámica)</b>	2 (Poco frecuente)	3 (Ocasional)	Ambos perciben uso limitado; Docente V menciona intentos recientes pero con barreras de conectividad.	La herramienta más integrada por su carácter sustitutivo y tradicional. Usados como apoyo motivacional, no necesariamente transformador.
<b>Calculadoras Digitales</b>	5 (Siempre)	4 (Frecuente)	Herramienta más consolidada en ambos casos, usada como apoyo rutinario.	
<b>Hojas de Cálculo (Excel)</b>	2 (Poco frecuente)	3 (Ocasional)	Uso esporádico; Docente V lo asocia a estadística simple.	
<b>Juegos Interactivos</b>	1 (Casi nunca)	2 (Rara vez)	Práctica poco explorada por limitaciones de tiempo y recursos.	<b>Barrera detectada:</b> Se reconoce su valor, pero la conectividad impide su uso regular en 5°. El Docente V lo usa para gestión, reflejando habilidades TPK más actuales.
<b>Uso Individual de Dispositivos</b>	2 (Poco frecuente)	3 (Ocasional)	Docente V reporta intentos más frecuentes, pero con dificultades logísticas.	
<b>Uso Grupal Colaborativo</b>	3 (Ocasional)	2 (Poco frecuente)	Docente D menciona actividades grupales ocasionales con herramientas básicas.	
<b>Plataformas LMS (Google Classroom)</b>	3 (Ocasional)	4 (Frecuente)	Docente V las usa más como canal de entrega y seguimiento.	
<b>Quizzes Interactivos (Kahoot)</b>	1 (Casi nunca)	2 (Rara vez)	Práctica emergente pero limitada por acceso y formación.	
<b>Búsqueda de Información Estudiantil</b>	3 (Ocasional)	4 (Frecuente)	Docente V la integra más en tareas de investigación guiada.	
<b>Creación de Productos</b>	2 (Poco frecuente)	3 (Ocasional)	Docente V percibe mayor potencial	

(Gráficos/Video)	creativo, pero con obstáculos.
Nota: Elaboración propia.	

**Tabla 14.** Niveles SAMR y Barreras Percibidas (Triangulación Narrativa)

<b>Indicador</b>	<b>Docente D (Jornada Diurna)</b>	<b>Docente V (Jornada Vespertina)</b>	<b>Comentario narrativo comparativo</b>	<b>Análisis de Coherencia Paradigmática</b>
<b>Nivel SAMR auto-reportado (1=Sustitución, 4=Redefinición)</b>	4 (Redefinición) – “Mis clases cambian con TIC cuando hay oportunidad”	2 (Aumentación) – “Mejoro lo tradicional, pero no transformo mucho”	Docente D percibe mayor transformación gracias a experiencia; V ve más como mejora funcional.	El Docente D se percibe en Redefinición pese a usar pocas herramientas; esto sugiere una posible sobreestimación o confusión del concepto SAMR. La experiencia de 30 años del Docente D lo hace más resiliente ante fallas técnicas que el Docente V. A mayor experiencia, mayor conciencia de la necesidad de actualización pedagógica.
<b>Percepción: Las TIC mejoran la comprensión matemática</b>	5 (Totalmente de acuerdo)	5 (Totalmente de acuerdo)	Coincidencia fuerte: ambos valoran el potencial conceptual.	
<b>Percepción: Las TIC aumentan la motivación estudiantil</b>	5 (Totalmente de acuerdo)	4 (De acuerdo)	Docente D enfatiza impacto motivacional mayor por trayectoria.	
<b>Percepción: Las TIC demandan tiempo excesivo</b>	1 (Totalmente en desacuerdo)	4 (De acuerdo)	Docente V percibe mayor carga temporal por falta de rutina consolidada.	
<b>Percepción: Recursos institucionales son barrera</b>	2 (En desacuerdo)	5 (Totalmente de acuerdo)	Docente V destaca limitaciones institucionales como obstáculo clave.	
<b>Percepción: Falta de soporte técnico limita uso</b>	1 (Totalmente en desacuerdo)	5 (Totalmente de acuerdo)	Contraste fuerte: experiencia de D mitiga percepción de barrera técnica.	
<b>Percepción: Mis habilidades digitales son suficientes</b>	2 (En desacuerdo)	5 (Totalmente de acuerdo)	Docente V se siente más competente gracias a formación reciente.	
<b>Percepción: Necesito más</b>	5 (Totalmente de acuerdo)	3 (Neutral)	Docente D expresa mayor necesidad de	

<b>formación en TIC</b>			actualización continua.
<b>Percepción: Políticas institucionales fomentan uso de TIC</b>	3 (Neutral)	4 (De acuerdo)	Docente V percibe algo más de apoyo normativo reciente.

Nota: Elaboración propia

### 3.4. Análisis de los resultados en los datos obtenidos.

El análisis de los resultados constituye el núcleo interpretativo de esta investigación, donde las percepciones y narrativas recolectadas se examinan para responder a la pregunta de investigación sobre cómo los docentes perciben la relación entre su formación en TIC, su desarrollo de TPACK y sus prácticas pedagógicas en matemáticas, comprendidas a través del modelo SAMR (Puentedura, 2014). Siguiendo el diseño de caso comparativo cualitativo exploratorio-descriptivo, el análisis se organiza en fases: descripción de perfiles individuales, comparación narrativa entre casos y discusión temática de patrones emergentes.

Los hallazgos se sustentan en evidencias narrativas y descriptivas derivadas de la encuesta semi-estructurada (adaptada de Schmidt et al., 2009), enriquecidas con respuestas abiertas, ejemplos concretos y triangulación con documentos pedagógicos. El enfoque prioriza la profundidad interpretativa de los dos casos (Docente D y Docente V) sobre cualquier generalización estadística, resaltando asimetrías y similitudes que iluminan dinámicas contextuales en un entorno con brechas digitales (J. W. Creswell & Poth, 2016).

#### 3.4.1. Análisis Descriptivo por Variable

Siguiendo la ruta mixta de esta investigación, el análisis de los datos recolectados no se limita a la descripción de frecuencias, sino que busca la convergencia entre los indicadores del cuestionario y las dimensiones teóricas del modelo TPACK. Este proceso permite una

comprensión profunda de los dos casos de estudio, analizando sus perfiles, formación y prácticas bajo la lógica de la triangulación de fuentes (Hernández-Sampieri et al., 2018).

**Perfil Demográfico y Acceso a Recursos TIC (Tabla 11):** El análisis de los perfiles socioprofesionales revela un contraste generacional que sitúa la experiencia frente a la adopción tecnológica temprana. El Docente D (Jornada Diurna), con 62 años y tres décadas de trayectoria, representa la voz de la experiencia pedagógica arraigada en la institución. Aunque percibe el acceso tecnológico como "deficiente" debido a la intermitencia del servicio de internet, su narrativa sugiere una resiliencia basada en el uso de herramientas básicas. Por el contrario, el Docente V (Jornada Vespertina), con solo 27 años, personifica una visión más crítica de la infraestructura institucional; para él, el acceso limitado en horario extendido constituye una barrera que condiciona directamente su planificación, señalando que el éxito de la clase "depende mucho de la conectividad disponible".

**Características de Formación en TIC (Tabla 12):** La formación en TIC recibida por ambos docentes muestra divergencias en modalidad y utilidad percibida. El Docente D ha participado en procesos de mentoría institucional de corta duración (menos de 20 horas), los cuales percibe como desconectados de su especialidad, calificándolos de "poco alineados con la práctica disciplinar" de las matemáticas. En contraste, el Docente V ha optado por la autoformación virtual (20-40 horas), lo que se traduce en una mayor confianza pedagógica y técnica. No obstante, emerge un hallazgo crítico compartido: ambos docentes identifican un vacío en la formación específica sobre cómo integrar la tecnología en la didáctica de las matemáticas, lo que limita el desarrollo de un conocimiento TPACK integral.

**Nivel de TPACK:** La representación visual de los dominios TPACK permite identificar configuraciones de conocimiento diferenciadas. Mientras ambos docentes muestran una sólida autopercepción en el conocimiento del contenido (CK) y pedagógico (PK), sus perfiles divergen en las intersecciones tecnológicas. El Docente V exhibe una curva de confianza más alta en los dominios tecnológicos (TK y TPK), vinculada a su formación reciente. El Docente D, si bien reporta menor confianza en lo tecnológico, compensa esta brecha con su vasta experiencia didáctica. En ambos casos, el Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK) aparece como el

área de menor seguridad, confirmando la dificultad de trasladar el uso de herramientas generales a la enseñanza específica de conceptos abstractos en matemáticas.

**Prácticas Pedagógicas con TIC (Tabla 13):** Las percepciones sobre frecuencia de uso (Tabla 13) muestran un patrón predominantemente instrumental y ocasional en ambos casos. Herramientas básicas como calculadoras digitales y videos educativos son las más consolidadas, mientras que opciones avanzadas (GeoGebra, quizzes interactivos, juegos) se perciben como poco frecuentes, asociadas a barreras de tiempo, conectividad y formación específica. El uso colaborativo y creativo es ocasional, limitando potenciales socioconstructivistas en matemáticas.

**Nivel de Integración SAMR y Percepciones (Tabla 14):** El análisis de las prácticas revela un patrón predominantemente instrumental. El uso de TIC se concentra en funciones de apoyo (calculadoras y videos), mientras que herramientas de geometría dinámica como GeoGebra se mantienen en un plano ocasional debido a barreras de tiempo y conectividad. Resulta reveladora la disonancia en la percepción del Modelo SAMR: el Docente D se auto-ubica en el nivel de Redefinición, asociando su vasta experiencia con una transformación de la clase, mientras que el Docente V se sitúa en Aumentación, reconociendo que sus esfuerzos aún no logran un cambio disruptivo en la enseñanza. Esta divergencia en la percepción de "innovación" es un hallazgo cualitativo fundamental: el docente veterano asocia la intención pedagógica con la transformación, mientras que el docente joven vincula la transformación con la complejidad de la herramienta digital. Ambos coinciden, finalmente, en que la infraestructura limitada en Sincelejo es el principal obstáculo para alcanzar niveles superiores de integración tecnológica.

### 3.4.2. Análisis Comparativo

La presente investigación se rige por la lógica del Diseño de Triangulación Concurrente (DITRIAC), el cual permite una convergencia sistemática entre los datos cuantitativos-descriptivos y los hallazgos cualitativos-interpretativos recolectados simultáneamente. En el primer nivel de profundidad, se despliega un Análisis por Caso de carácter sincrónico, orientado a la construcción de una "descripción densa" para cada uno de los docentes participantes. En esta

etapa, los puntajes obtenidos en las escalas Likert del cuestionario TPACK no se interpretan como métricas aisladas, sino como insumos para "mapear" las fortalezas y debilidades de cada sujeto; estos resultados se integran de inmediato con los relatos de la sección abierta y las entrevistas, permitiendo que la cifra cobre sentido a través de la narrativa y se garantice la representatividad de las voces en el contexto de la I.E. Normal Superior de Sincelejo.

En un segundo nivel, se desarrolla un Análisis Comparativo Cualitativo que trasciende la descripción individual para identificar patrones emergentes entre las jornadas diurna y vespertina. Este proceso busca contrastar cómo variables contextuales —tales como la trayectoria profesional, el acceso diferencial a recursos tecnológicos en distintos horarios y las experiencias formativas previas— condicionan la apropiación del modelo TPACK. Al aplicar este contraste, la investigación identifica similitudes en las barreras percibidas y diferencias significativas en las estrategias de enseñanza de las matemáticas de quinto grado, cumpliendo así con el criterio de confirmación y valoración de los hallazgos mediante la exploración de la variabilidad contextual de los casos seleccionados.

Finalmente, el rigor científico se consolida mediante la Triangulación de Datos (Cruce de Ángulos), un proceso de contrastación permanente que busca la validez interpretativa del estudio. Esta estrategia permite confrontar tres dimensiones fundamentales del fenómeno: lo percibido, representado por los puntajes de autopercepción en los dominios del TPACK; lo expresado, capturado en las narrativas textuales sobre la enseñanza de conceptos abstractos como fracciones y geometría; y lo actuado, verificado a través de la revisión de evidencias pedagógicas y planeaciones de clase. Este cruce de información, fundamentado en los criterios de credibilidad de Hernández-Sampieri et al. (2018), asegura que los resultados no dependan de una única fuente de datos, fortaleciendo la transferibilidad de la esencia de los hallazgos a contextos educativos con características similares en la región.

La comparación narrativa entre casos destaca similitudes (fortalezas percibidas en CK y PK, valoración positiva del potencial motivacional de las TIC) y diferencias significativas: la

formación más reciente del Docente V eleva su percepción de confianza en TK y TPK, pero se ve limitada por barreras institucionales más sentidas; la experiencia extensa del Docente D compensa una formación más antigua para una percepción de integración más transformadora (SAMR alto), aunque con debilidades persistentes en TCK.

El componente TCK emerge como patrón transversal débil en ambos casos: ambos perciben dificultades para seleccionar y adaptar herramientas digitales que representen conceptos matemáticos abstractos de manera significativa (fracciones, geometría, probabilidad). Esta debilidad se asocia narrativamente a formación no disciplinar y limitaciones contextuales (conectividad intermitente, falta de recursos especializados), lo que lleva a usos más superficiales o sustitutivos, coincidiendo con literatura que identifica TCK como “eslabón débil” en primaria cuando la formación prioriza TK general sobre aplicaciones matemáticas específicas (Mishra & Koehler, 2006; Jiménez-Sierra et al., 2024).

Estos patrones descriptivos y comparativos iluminan una relación percibida positiva entre formación reciente y confianza en dimensiones integradas de TPACK, aunque fuertemente condicionada por experiencia docente y barreras locales. Los hallazgos no pretenden verificar causalidad estadística, sino explorar narrativas que fundamenten la propuesta de transformación en el Capítulo 4.

### **3.5. Redacción de resultados y discusión.**

Los resultados se presentan de manera narrativa y sistemática, integrando las percepciones y experiencias reportadas por los dos docentes para responder a la pregunta de investigación: ¿cómo se relacionan, desde sus propias voces, la formación en TIC, el desarrollo percibido de TPACK y las estrategias pedagógicas en la enseñanza de matemáticas de quinto grado? Siguiendo el diseño de caso comparativo cualitativo, esta sección organiza los hallazgos en descripciones de perfiles individuales, comparación entre casos y discusión temática de patrones

emergentes. Los datos provienen de la encuesta semi-estructurada (adaptada de Schmidt et al., 2009), enriquecidos con respuestas abiertas, ejemplos concretos y triangulación con evidencias pedagógicas. Se prioriza la profundidad interpretativa de estos dos casos específicos, reconociendo limitaciones como el sesgo de autopercepción y la imposibilidad de generalización estadística, pero valorando su potencial para iluminar dinámicas contextuales en entornos con brechas digitales como Sucre (Creswell & Poth, 2016).

### **Descripción de los Participantes**

El análisis de resultados se articula mediante una descripción densa de los participantes, abordando a cada docente como una unidad de análisis única e irrepetible. Este enfoque permite identificar que el Docente D (Jornada Diurna), con tres décadas de trayectoria, manifiesta una configuración de conocimiento donde el dominio pedagógico y del contenido (CK y PK) actúa como un pilar de resiliencia frente a una infraestructura tecnológica que califica de deficiente. Por su parte, el Docente V (Jornada Vespertina) personifica la adopción temprana y la actualización técnica, pero su práctica revela una vulnerabilidad mayor ante las brechas de conectividad del horario extendido. Esta caracterización inicial no solo perfila a los sujetos, sino que establece las bases para una triangulación de fuentes donde los puntajes de autopercepción se contrastan con las realidades contextuales de Sincelejo, garantizando así la representatividad de las voces y la riqueza interpretativa del estudio.

Bajo la lógica del diseño DITRIAC (Hernández-Sampieri et al., 2018), la estrategia de análisis trasciende la mera lectura descriptiva de tablas para convertirse en un proceso de validación cruzada y contrastación permanente. Este nivel de profundidad metodológica permite mapear las fortalezas individuales a través de un análisis sincrónico, donde lo "percibido" en las escalas Likert cobra un significado real al cruzarse con lo "expresado" en las narrativas y lo "actuado" en las evidencias de planeación. Al comparar ambos casos, emerge un patrón crítico: mientras la formación reciente potencia la confianza tecnológica, la experiencia acumulada parece mediar la percepción de éxito en la integración pedagógica. Esta estructura analítica robustece el rigor

cualitativo de la investigación, permitiendo que la esencia de los hallazgos posea un alto grado de credibilidad y transferencia, fundamentando con solidez la propuesta de transformación pedagógica en el área de matemáticas.

### **Triangulación de la Formación y el Conocimiento TPACK (Objetivos 1 y 2)**

La triangulación entre las trayectorias de formación y la autopercepción de competencias revela una convergencia significativa en los conocimientos base, pero una fisura crítica en la integración disciplinar. Mientras que los datos de la encuesta (lo percibido) sitúan al Conocimiento del Contenido (CK) y al Conocimiento Pedagógico (PK) como dominios de alta confianza y seguridad profesional, el análisis de las respuestas abiertas (lo expresado) desvela un "vacío narrativo" persistente: la carencia de una instrucción técnica vinculada directamente a la didáctica de las matemáticas. Esta desconexión explica por qué el Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK) emerge como el "eslabón débil" en ambos casos; al no existir una formación que trascienda lo instrumental, los docentes enfrentan dificultades para seleccionar herramientas digitales que logren representar conceptos abstractos, como las fracciones o la geometría, de manera significativa y transformadora.

Asimismo, el contraste entre los perfiles evidencia cómo la recencia formativa y la experiencia docente actúan como moduladores diferenciados del modelo TPACK. En el caso del Docente V, la formación virtual reciente ha potenciado un Conocimiento Tecnológico (TK) superior que se traduce en una mayor disposición hacia la innovación; no obstante, su limitada trayectoria lo hace más susceptible a las barreras del entorno. Por el contrario, el Docente D logra compensar una formación tecnológica antigua mediante una "sabiduría práctica" acumulada, la cual le permite desarrollar mecanismos de resiliencia pedagógica ante las fallas técnicas que para el docente novel resultan paralizantes. Este hallazgo subraya que el desarrollo del TPACK no depende únicamente de la capacitación técnica, sino de una amalgama donde la experiencia situada actúa como un filtro que permite, o limita, la apropiación efectiva de las TIC en el aula de matemáticas de quinto grado.

### **Análisis Comparativo de Prácticas y Niveles SAMR (Objetivo 3)**

El análisis comparativo de las prácticas pedagógicas revela un patrón predominantemente instrumental y periférico en la integración de las TIC, donde emerge una marcada disonancia entre la utilidad percibida de las herramientas y su implementación real en el aula de matemáticas. A través de la técnica de triangulación de fuentes, se observa que tanto el Docente D como el Docente V convergen en un uso "ocasional" y "sustitutivo" de la tecnología, priorizando recursos como calculadoras digitales y videos reproductivos que no alteran la naturaleza de la tarea de aprendizaje. En este escenario, herramientas de exploración dinámica como GeoGebra se sitúan en un plano de "deseo pedagógico": son reconocidas por los docentes como instrumentos de alto valor para la enseñanza de la geometría y las fracciones, pero permanecen inalcanzables debido a las barreras estructurales de la institución, como la conectividad intermitente y la falta de equipos especializados. Este hallazgo evidencia que, en contextos de brecha digital persistente como Sincelejo, la práctica docente se ve forzada a retroceder hacia niveles básicos de integración, independientemente de la intención innovadora del educador.

Asimismo, la investigación identifica una "paradoja de percepción" al contrastar los niveles del Modelo SAMR auto-reportados por los participantes. El Docente D, amparado en su vasta trayectoria, se sitúa en el nivel de Redefinición, interpretando su capacidad de adaptación analógica y su experiencia didáctica como un cambio profundo en la estructura de la clase mediada por TIC. Por el contrario, el Docente V, quien posee una visión técnica más actualizada y rigurosa, se ubica en el nivel de Aumentación, manifestando una conciencia crítica sobre las limitaciones de su práctica; para él, la falta de soporte técnico y la carga administrativa actúan como frenos que impiden una verdadera transformación pedagógica. Esta divergencia en los significados de "innovación" es un hallazgo cualitativo fundamental que sugiere que la percepción de éxito en la integración tecnológica está mediada por la subjetividad profesional: mientras el docente veterano asocia la redefinición con la eficacia del logro pedagógico, el docente novel la vincula con la sofisticación y autonomía del proceso digital.

### **Análisis de la Relación entre Variables y Verificación de la Hipótesis**

La síntesis de la triangulación de datos permite concluir que, si bien la formación reciente impacta positivamente en la confianza tecnológica (TK), esta resulta insuficiente para transformar la praxis pedagógica si no se integra de forma explícita el componente del Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK). Los hallazgos demuestran que el acceso a capacitaciones de corte instrumental no garantiza una transposición didáctica efectiva en el área de matemáticas; por el contrario, persiste un "vacío narrativo" que limita la capacidad de los docentes para representar conceptos abstractos de quinto grado mediante herramientas digitales. Esta desconexión entre lo tecnológico y lo disciplinar fundamenta la necesidad de transitar hacia modelos formativos que no se centren en la tecnología como un fin en sí mismo, sino como un mediador crítico de la didáctica matemática, permitiendo así una verdadera evolución desde la sustitución funcional hacia la redefinición de las estrategias de enseñanza.

Asimismo, la investigación identifica que la experiencia docente actúa como un factor modulador determinante frente a las brechas digitales estructurales de la I.E. Normal Superior de Sincelejo. Se observa una dinámica contrastante donde la trayectoria del docente veterano le otorga una resiliencia pedagógica que le permite persistir ante las fallas técnicas e intermitencias de conectividad, mientras que el docente novel, a pesar de poseer habilidades digitales más sofisticadas, muestra una mayor vulnerabilidad ante las carencias institucionales. Esta realidad subraya que el desarrollo del TPACK no es un proceso lineal dependiente únicamente de la edad o el acceso a equipos, sino una construcción situada donde la pericia didáctica y el soporte contextual deben converger. En consecuencia, estos hallazgos justifican la urgencia de la propuesta de transformación presentada en el siguiente capítulo, la cual se orienta a fortalecer las competencias específicas del TCK para mitigar las desigualdades educativas en contextos de vulnerabilidad digital.

## **Capítulo IV: PROPUESTA DE TRANSFORMACIÓN**

Los hallazgos del Capítulo 3, derivados de las percepciones y experiencias narradas por los dos docentes, revelan un TPACK percibido como moderado, con fortalezas en conocimientos base (CK y PK) pero debilidades persistentes en intersecciones integradas, particularmente en TCK. Este patrón emerge como tema transversal: ambos casos perciben dificultades para seleccionar y adaptar herramientas digitales específicas a conceptos matemáticos abstractos, lo que limita prácticas hacia niveles más transformadores (SAMR). La formación reciente parece asociarse narrativamente a mayor confianza en dimensiones integradas, aunque condicionada fuertemente por experiencia docente y barreras contextuales (acceso limitado, conectividad intermitente, falta de enfoque disciplinar). Estos insights fundamentan la necesidad de una intervención focalizada en TCK como prioridad para fortalecer prácticas pedagógicas en matemáticas de quinto grado (MinTIC, 2025b).

Este capítulo propone una transformación concreta y contextualizada: el programa "TPACK-Math: Integración Tecnológica para Matemáticas Equitativas", diseñado como respuesta directa a los patrones emergentes identificados y alineado con políticas nacionales de equidad digital y competencias TIC (DNP, 2023a, 2024; MinTIC, 2025b). La estructura se organiza en tres partes: fundamentación teórica y empírica que justifica la propuesta, delineación operacional con fases y recursos, y esquema de valoración cualitativa para explorar su impacto y sostenibilidad en contextos vulnerables como Sucre.

### **4.1. Fundamentación de la propuesta de transformación.**

La propuesta se fundamenta en la integración reflexiva de los hallazgos cualitativos del Capítulo 3 y los marcos teóricos del Capítulo 2. Los dos casos estudiados coinciden en percibir fortalezas en CK (dominio del contenido matemático) y PK (estrategias pedagógicas generales), pero narran

debilidades marcadas en TCK: dificultades para elegir y adaptar herramientas digitales que representen conceptos abstractos (fracciones, geometría, probabilidad) de manera significativa y transformadora. Este tema emergente —TCK como área de menor confianza— resuena con literatura que identifica esta intersección como un “eslabón débil” en educación primaria, especialmente cuando la formación docente prioriza TK general sobre aplicaciones disciplinares específicas (Mishra & Koehler, 2006; Tseng et al., 2022).

Narrativamente, la formación más reciente parece asociarse a mayor percepción de utilidad y confianza en dimensiones integradas (TPK, TPACK), mientras que la experiencia extensa compensa parcialmente la falta de actualización reciente, permitiendo percepciones de integración más transformadoras en uno de los casos. Sin embargo, barreras contextuales (conectividad intermitente, recursos institucionales limitados, horarios diferenciados) emergen como condicionantes transversales que restringen el paso hacia prácticas más exploratorias y colaborativas. Teóricamente, fortalecer TCK es clave para lograr representaciones precisas que reduzcan carga cognitiva en abstracciones matemáticas (Sweller, 1988) y promuevan construcción activa de conocimiento desde perspectivas constructivistas y socioconstructivistas (Piaget, 1970; Vygotsky, 1978).

En el contexto de Sincelejo, estos patrones justifican una intervención focalizada: un programa de fortalecimiento en TPACK con énfasis prioritario en TCK, que incorpore herramientas accesibles offline (GeoGebra descargable, Excel) y estrategias de reflexión colaborativa. La propuesta se alinea con políticas nacionales como el CONPES 3988 (innovación educativa y equidad digital) y las actualizaciones 2025 del Plan Nacional de Desarrollo para capacitación en competencias TIC (MinTIC, 2025a, 2025b). Empíricamente, se inspira en las narrativas de los casos: la necesidad expresada de más formación disciplinar y la percepción de que herramientas específicas podrían elevar la calidad de la enseñanza si se abordan las barreras locales.

#### **4.2. Estructura de la propuesta de transformación.**

**Objetivo general de la propuesta:** Fortalecer las prácticas de docentes de matemáticas con un programa de formación en TIC basado en el modelo TPACK, con énfasis en TCK, para

promover una integración más significativa y equitativa de las TIC en la enseñanza de matemáticas de quinto grado en contextos como la I.E. Normal Superior de Sincelejo, departamento de Sucre, Colombia.

### **Objetivos específicos de la propuesta:**

- Explorar y sensibilizar sobre necesidades percibidas en TCK, estableciendo una base narrativa inicial para personalizar la formación.
- Desarrollar confianza y competencia percibida en TCK mediante talleres disciplinares específicos y aplicación reflexiva en aula.
- Evaluar cambios percibidos en TPACK y prácticas, e implementar mecanismos de continuidad (Comunidad de Práctica) para sostener el desarrollo.

### **Plan de intervención, recursos y el presupuesto**

El programa "TPACK-Math: Integración Tecnológica para Matemáticas Equitativas" tiene duración de 6 meses (primer semestre 2026), dirigido inicialmente a docentes de matemáticas de la I.E. Normal Superior de Sincelejo (ampliable a instituciones similares). Se estructura en tres fases secuenciales, con énfasis en herramientas offline y reflexión colaborativa para adaptarse a brechas locales. La Figura 6 presenta el diagrama de Gantt simplificado. Presupuesto estimado aproximado: \$2.500.000 COP (financiable por fondos MEN, MinTIC o alianzas locales). Los instrumentos (encuestas pre/post, rúbricas, talleres) se detallan en Anexos 2-6.

### **Fase 1: Diagnóstico y Sensibilización (Meses 1-2)**

**Objetivo:** Explorar percepciones iniciales sobre TCK y sensibilizar sobre TPACK para personalizar la formación.

Actividades:

Aplicación de encuesta inicial semiestructurada (adaptada de Schmidt et al., 2009; Anexo 3) con ítems descriptivos y abiertos sobre confianza percibida en TCK y barreras contextuales.

Taller introductorio presencial (4 horas): presentación de TPACK, discusión grupal de brechas narradas, demostración práctica de GeoGebra offline.

Recursos: Aprox. \$600.000 COP (facilitador, materiales impresos, refrigerios). Sala institucional, GeoGebra gratuito (offline).

Indicadores cualitativos: Participación completa, identificación de temas emergentes en necesidades (TCK bajo, barreras de acceso).

Timeline: Semanas 1-8.

## **Fase 2: Formación Práctica y Aplicación**

**Objetivo:** Desarrollar confianza percibida en TCK mediante talleres disciplinares y aplicación reflexiva.

Actividades: Cuatro módulos híbridos (8 horas cada uno, combinando presencial y grabaciones offline):

- Módulo 1: TK-TCK con GeoGebra (fracciones, patrones).
- Módulo 2: TPK colaborativo (probabilidad con simuladores offline en Excel).
- Módulo 3: Integración TPACK-SAMR (diseño de lecciones transformadoras).
- Módulo 4: Reflexión y diseño de unidades didácticas (diarios narrativos, presentación grupal).

Cada docente aplica al menos una lección en aula, con reflexión posterior.

Recursos: Aprox. \$1.400.000 COP (facilitadores, mantenimiento tablets prestadas, refrigerios). Software gratuito offline.

Indicadores cualitativos: Portafolios de lecciones con descripciones narrativas (evaluados por rúbrica SAMR descriptiva; Anexo 4-5), temas positivos emergentes en reflexión.

Timeline: Semanas 9-24.

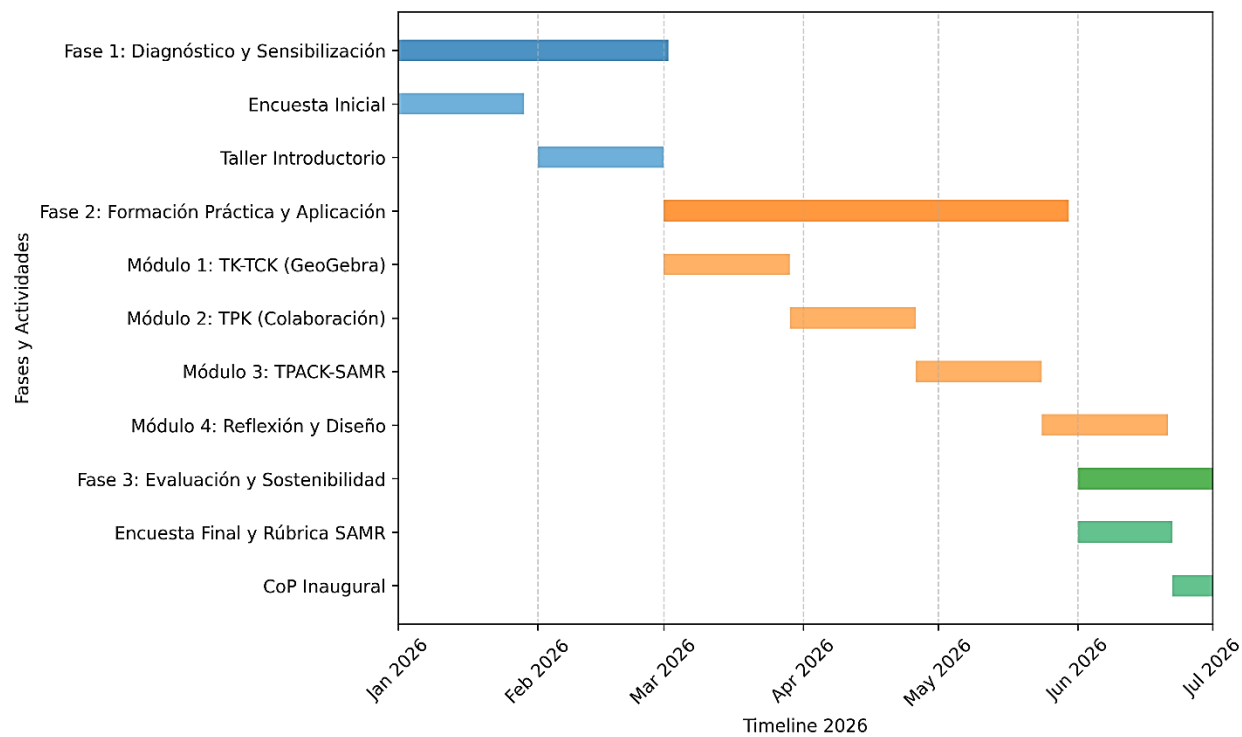
## **Fase 3: Evaluación y Sostenibilidad**

**Objetivo:** Explorar cambios percibidos y establecer continuidad.

Actividades:

- Encuesta final semiestructurada (Anexo 6) con comparación narrativa pre/post y preguntas abiertas sobre cambios percibidos.
- Evaluación descriptiva de portafolios con rúbrica SAMR (narrativa: “¿alcanza niveles de modificación/redefinición?”).
- Sesión de cierre: lanzamiento de Comunidad de Práctica (CoP) mensual (WhatsApp/Zoom) para compartir recursos TCK y reflexiones.
- Recursos: Aprox. \$500.000 COP (evaluación externa descriptiva, certificados, incentivos CoP).
- Indicadores cualitativos: Temas positivos emergentes en percepción de mejora (TCK, integración), participación inicial en CoP  $\geq 70\%$ , mínimo 3 temas relevantes identificados en análisis temático.
- Timeline: Semanas 25-30.

**Figura 6.** Diagrama de Gantt para el programa "TPACK-Math: Integración Tecnológica para Matemáticas Equitativas" (Primer semestre 2026).



Nota: Elaboración propia.

### **4.3. Valoración/ evaluación / validación de la propuesta de transformación.**

La valoración de la propuesta se basa en un diseño evaluativo cualitativo pre/post con elementos descriptivos mixtos, orientado a explorar cambios percibidos en TPACK (especialmente TCK) y prácticas pedagógicas, alineado con los patrones narrativos emergentes del diagnóstico (Capítulo 3). Se aplica inicialmente en docentes de la I.E. Normal Superior de Sincelejo (ampliable a contextos similares), considerando brechas locales como acceso limitado a TIC (MEN, 2024) (MEN, 2024).

#### **Componentes de la valoración**

- Encuesta pre/post narrativa (adaptada de Schmidt et al., 2009): ítems descriptivos y abiertos para comparar percepciones iniciales y finales (ej. “¿Cómo describiría ahora su confianza en TCK para geometría comparado con el inicio?”).
- Rúbrica SAMR descriptiva para portafolios de lecciones (Anexo 4): evaluación narrativa de integración percibida (sustitución → redefinición), con comentarios cualitativos.
- Encuesta de percepción post-implementación: preguntas abiertas sobre utilidad percibida y cambios narrados.
- Análisis temático de la Comunidad de Práctica: registro de sesiones y reflexiones compartidas para identificar temas emergentes de sostenibilidad.

#### **Validación y Controles Éticos**

**Validación por Expertos:** instrumentos revisados por panel de 3 especialistas (TPACK, didáctica matemática, TIC) para asegurar pertinencia y claridad (CVR=0.85). se llevó a cabo mediante el juicio de expertos con experiencia en tecnología educativa y didáctica de las matemáticas, quienes evaluaron criterios como la pertinencia, coherencia, claridad, viabilidad e impacto del programa. Los resultados evidenciaron un alto nivel de aceptación general, destacándose especialmente la coherencia de la propuesta con el modelo TPACK y su adecuación al contexto de la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo.

De manera particular, los expertos valoraron positivamente el énfasis en el fortalecimiento del Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK), en correspondencia con las debilidades identificadas en los hallazgos del estudio. No obstante, se formularon algunas recomendaciones orientadas a mejorar la precisión en la redacción de las actividades, la organización de los tiempos de implementación y la claridad en los criterios de evaluación.

En atención a estas observaciones, se realizaron ajustes en la estructura y presentación del programa, lo que permitió fortalecer su coherencia interna, viabilidad y aplicabilidad en el contexto institucional. En consecuencia, la propuesta se consolida como una estrategia pertinente y contextualizada para el desarrollo del TPACK en docentes de matemáticas.

**Triangulación:** convergencia de fuentes (encuestas, portafolios, CoP, evidencias documentales) para robustez interpretativa.

**Controles Éticos:** consentimiento informado explícito, anonimato (códigos D1-D15), confidencialidad (datos en carpeta encriptada), uso exclusivo académico.

### **Indicadores cualitativos de éxito (exploratorios)**

- Presencia de temas positivos emergentes en percepción de mejora en TCK y prácticas (análisis temático).
- Narrativas que describan cambios hacia niveles más transformadores en SAMR (portafolios).
- Satisfacción percibida alta (respuestas abiertas mayoritariamente positivas).
- Participación activa y retención inicial en CoP ( $\geq 70\%$  en sesiones de cierre).
- Identificación de al menos 3 temas relevantes sobre sostenibilidad (reflexiones CoP).

### **Limitaciones y mitigación**

- Sesgo de autopercepción: mitigado con triangulación y rúbrica SAMR descriptiva.
- Tamaño inicial reducido (10-15): adecuado para piloto exploratorio; se sugiere ampliación futura.

- Brechas de conectividad: uso prioritario de herramientas offline y grabaciones descargables.
- No generalizable: resultados específicos de contexto; transferibles conceptualmente a Normales Superiores similares.

Esta propuesta se presenta como un modelo piloto contextualizado, flexible y escalable, que responde directamente a las voces y experiencias de los docentes participantes, contribuyendo a prácticas más equitativas y transformadoras en la enseñanza de matemáticas.

## CONCLUSIONES

Al determinar los fundamentos teóricos del modelo TPACK con integración de las TIC, se concluye que dicho modelo constituye un marco conceptual pertinente y robusto para analizar la relación entre tecnología, pedagogía y contenido en la enseñanza de las matemáticas. En este sentido, la investigación, enmarcada en un diseño de caso comparativo cualitativo con triangulación concurrente (DITRIAC) y análisis temático reflexivo (Braun & Clarke, 2022), permitió confirmar que el TPACK actúa como un marco analítico potente para diagnosticar y potenciar prácticas pedagógicas en entornos vulnerables, siempre que se priorice la reflexión situada sobre la mera adquisición técnica. Asimismo, su articulación con el modelo SAMR permite interpretar los niveles de integración tecnológica, evidenciando que esta trasciende el uso instrumental y requiere una integración coherente de saberes docentes.

Al caracterizar las percepciones y experiencias de los docentes sobre su formación en TIC, su nivel de TPACK y sus prácticas pedagógicas, los hallazgos revelaron una relación percibida positiva entre la formación reciente en TIC y la autoconfianza en las dimensiones integradas del TPACK, particularmente en los componentes TK y TPK, según las narrativas de los dos docentes de quinto grado de la Institución Educativa Normal Superior de Sincelejo. Este hallazgo, sustentado en la encuesta semiestructurada adaptada de Schmidt et al. (2009), triangulada con evidencias de planeaciones y respuestas abiertas, demuestra que las capacitaciones virtuales recientes (20-40 horas) elevan la percepción de integración pedagógica, alineándose con niveles más avanzados del modelo SAMR. No obstante, dicha relación se ve fuertemente condicionada por barreras contextuales —conectividad intermitente, escasez de recursos y ausencia de formación disciplinar—.

De manera complementaria, el análisis descriptivo-comparativo de perfiles (Docente D: 62 años, experiencia de tres décadas; Docente V: 27 años, autoformación reciente) evidenció que el Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK) emerge como el componente más débil en

ambos casos, limitando la representación dinámica de conceptos abstractos como fracciones, geometría y probabilidad. Esta debilidad, identificada tanto en las escalas Likert como en las narrativas y triangulada con documentos pedagógicos, se asocia directamente a formaciones no disciplinares y a limitaciones infraestructurales locales (DNP, 2024), resultando en prácticas predominantemente instrumentales o aumentativas según SAMR (Puentedura, 2014). Sin embargo, la experiencia docente del caso más veterano actúa como factor compensatorio, potenciando resiliencia pedagógica y mediando la apropiación efectiva de las TIC, lo que permite comprender que la experiencia puede mitigar parcialmente estas limitaciones, pero no sustituye la necesidad de formación específica y contextualizada.

Se elaboró una propuesta de programa de formación docente en TIC basada en el modelo TPACK, se diseñó el programa “TPACK-Math: Integración Tecnológica para Matemáticas Equitativas”, cuya viabilidad es validada a partir de los hallazgos del estudio. Los resultados evidencian la pertinencia de un plan híbrido de seis meses con énfasis prioritario en el fortalecimiento del TCK, mediante talleres disciplinares, espacios de reflexión colaborativa y comunidades de práctica, alineado con el CONPES 3988 y evaluado cualitativamente pre/post mediante rúbricas y análisis temático. Esta propuesta, fundamentada en las voces docentes y en la saturación de categorías emergentes, no solo responde a las brechas formativas identificadas, sino que promueve equidad educativa al reducir rezagos en la comprensión matemática en contextos de vulnerabilidad, constituyéndose en una alternativa viable, pertinente y escalable.

En síntesis, los hallazgos validan la viabilidad de proponer un programa de formación docente en TIC basado en el modelo TPACK para fortalecer las prácticas pedagógicas en matemáticas, se concluye que la investigación logra articular de manera coherente el diagnóstico, el análisis y la propuesta de intervención. Así, la investigación contribuye al campo al demostrar que programas continuos, contextualizados y centrados en la práctica situada constituyen la vía más prometedora para fortalecer el TPACK y transformar la enseñanza de las matemáticas en instituciones formadoras, especialmente en contextos con brechas digitales. De esta manera, no solo se aporta al conocimiento teórico, sino que se ofrece una solución aplicable que responde directamente a las necesidades del contexto educativo analizado.

## **RECOMENDACIONES**

### **Desde la perspectiva metodológica**

Se sugiere ampliar el diseño hacia estudios posteriores con muestras intencionales más amplias (10-20 docentes o más) para enriquecer la exploración de patrones y temas emergentes en diferentes contextos institucionales. Incorporar técnicas adicionales como observaciones directas no intrusivas en aula, entrevistas en profundidad semiestructuradas y análisis de artefactos pedagógicos (planificaciones, productos estudiantiles) fortalecería la triangulación y la saturación temática. Mantener el enfoque cualitativo reflexivo, complementado con elementos descriptivos pre/post, permitiría capturar matices temporales sin recurrir a inferencias estadísticas. Validar instrumentos con paneles locales de expertos (manteniendo CVR >0.85) y adaptar preguntas abiertas a realidades específicas de Sucre garantizaría mayor pertinencia contextual.

### **Desde el ámbito académico**

Difundir los hallazgos en espacios como el Congreso Colombiano de Educación Matemática, seminarios regionales sobre tecnología educativa o revistas especializadas (por ejemplo, en revistas latinoamericanas indexadas en Redalyc o SciELO) destacando el TCK como tema crítico en primaria y su relación con brechas digitales en contextos vulnerables. Establecer alianzas con universidades locales (Universidad de Sucre, Universidad de Córdoba) para co-diseñar programas de formación TPACK disciplinares y revisar literatura reciente sobre integración TIC en América Latina enriquecería la fundamentación. Impulsar investigaciones de posgrado que exploren narrativas docentes y cambios percibidos en prácticas a largo plazo fortalecería el campo en el Caribe colombiano.

### **En términos prácticos**

Implementar el programa TPACK-Math como piloto en 2026, priorizando herramientas offline (GeoGebra descargable, Excel, simuladores en PDF) para superar limitaciones de conectividad. Diseñar talleres específicos centrados en TCK para temas clave de quinto grado (fracciones,

geometría, álgebra inicial, estadística, probabilidad, resolución de problemas), integrando reflexión colaborativa y ejemplos reales de aula. Crear y sostener Comunidades de Práctica (CoP) mensuales con incentivos simples (certificados digitales, reconocimiento institucional, espacios de intercambio) para fomentar intercambio continuo de experiencias y recursos. Gestionar alianzas con la Secretaría de Educación de Sucre y programas nacionales (fondos MEN, MinTIC AvanzaTEC, Resolución 16763/2024) para facilitar acceso a tablets o subsidios de conectividad. Establecer un sistema de monitoreo cualitativo semestral (reflexiones grupales, portafolios narrativos) que permita ajustar la propuesta según percepciones docentes y necesidades emergentes, contribuyendo a reducir rezagos en comprensión matemática mediante prácticas más equitativas y transformadoras.

## REFERENCIAS

- Abebe, F., & Gaskill, M. (2025). Examining Dimensions of Preservice Teachers' TPACK for Elementary Mathematics. En *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Educators* (p. 323).  
[https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=VomLEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA323&dq=Vooigt,+J.,+et+al.+2013.+TPACK+development.+Journal+of+Curriculum+Studies,+45\(4\),+498-519.&ots=HWBRUCT8Lw&sig=pyQ4JxjJM\\_n45f-jN6ElZxXNLJo](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=VomLEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA323&dq=Vooigt,+J.,+et+al.+2013.+TPACK+development.+Journal+of+Curriculum+Studies,+45(4),+498-519.&ots=HWBRUCT8Lw&sig=pyQ4JxjJM_n45f-jN6ElZxXNLJo)
- Akram, H., Yingxiu, Y., Al-Adwan, A. S., & Alkhalifah, A. (2021). Technology integration in higher education during COVID-19: An assessment of online teaching competencies through technological pedagogical content knowledge model. *Frontiers in psychology, 12*, 736522.
- Alcaldia de Sincelejo. (2025). *Demografía y Población*.  
<https://www.alcaldiadesincelejo.gov.co/Transparencia/Normatividad/ESTADISTICA SINCELEJO - DEMOGRAFIA Y POBLACION.pdf>
- AMD. (2023). *Estadísticas marketing digital 2025 en Colombia: Datos clave*. agenciadigital.  
<https://agenciadigitalamd.com/marketing-digital/estadisticas-marketing-digital-2025-colombia/>
- Angarita, A., Caviedes, Á., & Morales, D. (2019). Efecto del uso de las TIC en el rendimiento académico de las matemáticas con población diversa. En *Universidad Surcolombiana, Facultad de Educación*. Universidad Surcolombiana.
- Antoniou, J. A. (2021). *Perceptions of Novice Teachers' TPACK Gained from Teacher Preparation Programs: A Mixed Methods Research Study*. New Jersey City University.  
<https://search.proquest.com/openview/93312856414e2ef088304e2d69b22910/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>
- Archambault, L., & Crippen, K. (2009). Examining TPACK among K-12 online distance educators in the United States. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 9*.  
<https://citejournal.org/volume-9/issue-1-09/general/examining-tpack-among-k-12-online-distance-educators-in-the-united-states>
- Ariza Viviescas, A., Abello, G., Sfeir, L., Laurin, L., & González, E. (2025). Calidad de vida y estilos de vida saludables en población de Sucre, Colombia. *Revista Cubana de Salud Pública, 51*, 1–22.
- Asociación Médica Mundial. (2013). *Declaración de Helsinki: Principios éticos para la investigación médica en seres humanos*. WMA. <https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>

- Balladares-Burgos, J., & Valverde-Berrocoso, J. (2022). El modelo tecnopedagógico TPACK y su incidencia en la formación docente: una revisión de la literatura. *RECIE. Revista Caribeña de Investigación Educativa*, 6(1), 63–72. <https://doi.org/10.32541/recie.2022.v6i1.pp63-72>
- Banco Mundial. (2023). *El costo de la brecha educativa en América Latina: Implicaciones económicas y sociales*. Bancomundial. [https://www.bancomundial.org/es/topic/education/overview#:~:text=Por lo tanto%2C hay una,de pérdida estimados en 2021.](https://www.bancomundial.org/es/topic/education/overview#:~:text=Por%20lo tanto%2C hay una,de pérdida estimados en 2021.)
- Bhaskar, R. (2020). Critical realism and the ontology of persons\*. *Journal of Critical Realism*, 19(2), 113–120. <https://doi.org/10.1080/14767430.2020.1734736>
- Boyce, G. (1999). Computer-assisted teaching and learning in accounting: pedagogy or product? *Journal of Accounting Education*, 17(2–3), 191–220. [https://doi.org/10.1016/S0748-5751\(99\)00016-0](https://doi.org/10.1016/S0748-5751(99)00016-0)
- Branch. (2025). *Estadísticas de la situación digital de Colombia en el 2025*. Branch. <https://branch.com.co/marketing-digital/situacion-digital-de-colombia-en-el-2025/>
- Brantley-Dias, L., & Ertmer, P. A. (2013). Goldilocks and TPACK: Is the Construct “Just Right?” *Journal of Research on Technology in Education*, 46, 103–128. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1090592>
- Braun, V., & Clarke, V. (2022). Conceptual and design thinking for thematic analysis. *Qualitative psychology*, 9(1), 3.
- Bretscher, N. (2023). Conceptualising TPACK Within Mathematics Education: Teachers’ Strategies for Capitalising on Transitions Within and Beyond Dynamic Geometry Software. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 9(2), 232–254. <https://doi.org/10.1007/s40751-022-00115-0>
- Cayachoa, I., Alvarez, 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. <http://es.revistaespacios.com/a20v41n16/a20v41n16p06.pdf>
- Chacin Fuenmayor, R. (2025). La Brecha digital como expresión de la desigualdad territorial: hacia la constitucionalización de la prohibición de la exclusión territorial. *Revista de Derecho Uninorte*, 63, 59–82. <https://doi.org/10.14482/dere.63.340.004>
- Clarke, V., & Braun, V. (2013). Teaching thematic analysis: Overcoming challenges and developing strategies for effective learning. *The psychologist*, 26(2).
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Lawrence Erlbaum Associates. <https://utstat.utoronto.ca/~brunner/oldclass/378f16/readings/CohenPower.pdf>
- Creswell, J. (2015). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA. [https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog\\_609332/objava\\_105202/fajlovi/Creswell.pdf](https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog_609332/objava_105202/fajlovi/Creswell.pdf)

- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research*. SAGE Publications Inc.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2016). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage publications.
- DANE. (2025). *Pobreza multidimensional en Colombia*. <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/PM/bol-PMultidimensional-2024.pdf>
- Darling-Hammond, L., Hyler, M., & Gardner, M. (2017). *Effective Teacher Professional Development*. Learning Policy Institute. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED606743.pdf>
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319. <https://doi.org/10.2307/249008>
- DNP. (2023a). *Dirección de Innovación y Desarrollo Empresarial*. DNP. [https://www.dnp.gov.co/LaEntidad\\_/subdireccion-general-prospectiva-desarrollo-nacional/direccion-innovacion-desarrollo-empresarial/Paginas/micro-pequena-y-mediana-empresa.aspx](https://www.dnp.gov.co/LaEntidad_/subdireccion-general-prospectiva-desarrollo-nacional/direccion-innovacion-desarrollo-empresarial/Paginas/micro-pequena-y-mediana-empresa.aspx)
- DNP. (2023b). *Plan Nacional de Desarrollo “Colombia Potencia Mundial de la Vida” 2022-2026*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/plan-nacional-de-desarrollo-2022-2026-colombia-potencia-mundial-de-la-vida.pdf>
- DNP. (2024). *Balance de Resultados 2024 Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026* (p. 45). [https://colaboracion.dnp.gov.co/sites/CDDNP/Sinergia/2025/Balance\\_de\\_Resultados\\_PND\\_2024\\_Version\\_final\\_30042025.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/sites/CDDNP/Sinergia/2025/Balance_de_Resultados_PND_2024_Version_final_30042025.pdf)
- Drugova, E., Zhuravleva, I., Aiusheeva, M., & Grits, D. (2021). Toward a model of learning innovation integration: TPACK-SAMR based analysis of the introduction of a digital learning environment in three Russian universities. *Education and Information Technologies*, 26(4), 4925–4942. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10514-2>
- Ertmer, P., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2010). Teacher Technology Change: How Knowledge, Confidence, Beliefs, and Culture Intersect. *Journal of Research on Technology in Education*, 43, 255–284. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ882506.pdf>
- Etikan, I. (2016). Comparison of Convenience Sampling and Purposive Sampling. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20160501.11>
- Fahadi, M., & Shahadat, H. (2023). Technology-Enhanced Teaching in Engineering Education: Teachers’ Knowledge Construction Using TPACK Framework. *International Journal of Instruction*, 15. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1341663>
- García, R. (2025). Desigualdad educativa y brecha digital: un análisis post-aceleración tecnológica.

- unipamplona*, 4(1), 26–37. <https://doi.org/https://doi.org/10.24054/ripcs.v4i1.4011>
- Geertz, C. (1973). Thick Description: Toward an interpretive theory of culture. *The interpretation of cultures: Selected essays*, 3–30.
- Gobernación de Sucre. (2021). *PLAN DE FORMACION DE DOCENTES Y DIRECTIVOS DOCENTES DEPARTAMENTO DE SUCRE 2020 – 2023*. [https://www.mineducacion.gov.co/1780/articulos-319469\\_recurso\\_23.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1780/articulos-319469_recurso_23.pdf)
- Gonzalez, J. (2025). *Conectividad: columna vertebral de la evolución educativa en Colombia*. [press.ciriontechnologies. https://press.ciriontechnologies.com/2025/02/17/conectividad-evolucion-educativa-colombia/](https://press.ciriontechnologies.com/2025/02/17/conectividad-evolucion-educativa-colombia/)
- Haleem, A., Javaid, M., Qadri, M. A., & Suman, R. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 275–285. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.05.004>
- Harris, J., Mishra, P., & Koehler, M. (2010). Teachers' technological pedagogical content knowledge and learning activity types: Curriculum-based technology integration refrained. *Journal of Research on Technology in Education*, 41. <https://doi.org/10.1080/15391523.2009.10782536>
- Hernandez, R. M. (2017). Impacto de las TIC en la educación: Retos y Perspectivas. *Propósitos y Representaciones*, 5(1), 325. <https://doi.org/10.20511/pyr2017.v5n1.149>
- Hofer, J., & Harris, M. (2011). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) in Action: A Descriptive Study of Secondary Teachers' Curriculum-Based, Technology-Related Instructional Planning. *Journal of Research on Technology in Education*, 43. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ918905.pdf>
- Jiménez-Sierra, Á. A., Ortega-Iglesias, J. M., Polo-Altuve, Y. D., & Duica-Galofre, Y. A. (2024). Diagnóstico del TPACK de estudiantes de formación inicial en informática: estudio de la clase en el caribe colombiano. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 14(2), 95–116. <https://doi.org/10.19053/uptc.20278306.v14.n2.2024.17924>
- Jiménez Sierra, Á., Ortega Iglesias, J., & Palacios-Rodríguez, A. (2024). Diagnosis of TPACK in Elementary School Teachers: A Case Study in the Colombian Caribbean. *Education Sciences*, 14(9), 1013. <https://doi.org/10.3390/educsci14091013>
- Koh, J. H. L., & Chai, C. S. (2014). Teacher clusters and their perceptions of technological pedagogical content knowledge (TPACK) development through ICT lesson design. *Computers & Education*, 70, 222–232. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.08.017>
- Leal Urueña, L. A., & Rojas Mesa, J. E. (2020). Percepciones de autoeficacia y conocimientos TPACK en

- profesores en formación. *Diversitas*, 16(2). <https://doi.org/10.15332/22563067.6295>
- Lizarazo, C. (2023). LA BRECHA DIGITAL EN LA EDUCACIÓN RURAL COLOMBIANA DESDE UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA. *DIALÉCTICA*, 1. <https://doi.org/10.56219/dialctica.v1i21.2306>
- Lloyd, M., Vazquez, J., & Lago, S. (2021). *Brecha digital en América Latina, una de las grandes consecuencias de la pandemia*. medellin.unal. <https://medellin.unal.edu.co/noticias/4007-brecha-digital-en-america-latina-una-de-las-grandes-consecuencias-de-la-pandemia.html#:~:text=Con la pandemia%2C la brecha digital existente,del proyecto de investigación “Crisis educativa y>
- Lopez, C. (2019). *Holistic Principles and Teachers in the Context of Primary Education*. <https://www.redalyc.org/journal/5636/563662154019/html/>
- Lozoya, S. M., Cuervo, A. V., & Armenta, J. A. (2021). Competencias digitales en docentes de educación secundaria. Municipio de un Estado del Noroeste de México. *Perspectiva Educacional*, 52. <https://www.redalyc.org/pdf/3333/333328170007.pdf>
- Mazo González, D. (2025). *Más de 21.000 colegios sin internet y casi 5.000 sin electricidad, radiografía del atraso educativo en Colombia*. Infobae. <https://www.infobae.com/colombia/2025/04/17/mas-de-21000-colegios-sin-internet-y-casi-5000-sin-electricidad-radiografia-del-atraso-educativo-en-colombia/>
- MEN. (2021). *Competencias digitales para docentes: ¿por qué son tan importantes?* Colombia Aprende. <https://www.colombiaaprende.edu.co/agenda/tips-y-orientaciones/competencias-digitales-para-docentes-por-que-son-tan-importantes>
- MEN. (2024). *Índice de brecha digital 2024* (p. 5). colombiatic. [https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-396961\\_recurso\\_1.pdf](https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-396961_recurso_1.pdf)
- MEN. (2025). *Informe anual sobre el estado de la educación digital en Colombia*. MinEducacion. <https://www.mineduccion.gov.co/portal/micrositios-institucionales/Modelo-Integrado-de-Planeacion-y-Gestion/385377>:
- MinCIT. (2024). *Perfiles Económicos Departamentales*. mincit. <https://www.mincit.gov.co/getattachment/de055b12-9d7b-4673-8cdd-97cf488dbd54/Sucre.aspx>
- Mineduccion. (2025a). *La Ruta del Amor sigue transformando el Catatumbo: más de 6.700 estudiantes de Tibú reciben computadores para cerrar la brecha digital*. mineduccion. <https://www.mineduccion.gov.co/portal/salaprensa/Comunicados/424079:La-Ruta-del-Amor-sigue-transformando-el-Catatumbo-mas-de-6-700-estudiantes-de-Tibu-reciben-computadores-para-cerrar-la-brecha-digital>
- Mineduccion. (2025b). *Lineamiento técnico Conectividad Escolar 2025*. mineduccion.

[https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-321649\\_recurso\\_8.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-321649_recurso_8.pdf)

Minsalud. (2024). *UNA MIRADA ACTUAL AL CONTEXTO MIGRATORIO Y SUS DETERMINANTES SOCIALES*.

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/INTOR/contexto-migratorio-sucre-2024.pdf>

Mintic. (2025). *Boletín trimestral de las TIC*. mintic. <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/404518:Colombia-cerro-el-primer-trimestre-de-2025-con-mas-de-49-millones-de-accesos-moviles-a-Internet>

MinTIC. (2024). *Índice de Brecha Digital 2023*. colombiatic. <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-multipropertyvalues-36370-963710.html>

MinTIC. (2025a). *¿Qué es Colombia Programa?* mintic. <https://mintic.gov.co/colombiaprograma/847/w3-propertyvalue-916000.html#:~:text=Somos un programa que busca,de la equidad de género.&text=Your browser can't play this video.&text=An error occurred,educativas oficiales de toda Colombia>.

MinTIC. (2025b). *Conectividad, educación digital y aprovechamiento de la tecnología: la ruta para evitar la pobreza digital en Colombia*. mintic. <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/401086:Conectividad-educacion-digital-y-aprovechamiento-de-la-tecnologia-la-ruta-para-evitar-la-pobreza-digital-en-Colombia>

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>

Mohamed, A. (2022). *Teachers' Use of Mobile Learning Tools Aligned with Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK): A Quantitative Study* [American College of Education ProQuest Dissertations & These]. <https://www.proquest.com/openview/e278b58c9e1a381477f73060b42de844/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>

Molina, J. (2025). *Colombia supera el promedio latinoamericano en uso de internet, pero aún tiene 33% de brecha digital*. El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/tecnosfera/novedades-tecnologia/colombia-supera-el-promedio-latinoamericano-en-uso-de-internet-pero-aun-tiene-33-de-brecha-digital-3452693>

Morales-Loor, K., Romero, N., Bayas, C., & Vasco, J. (2025). *Integración de la tecnología en la formación docente: Tendencias y desafíos*. Multidisciplinary Latin American Journal. <https://mlaj->

revista.org/index.php/journal/article/view/69

- Mosquera, C., Llanos, X., & Gamarra, O. (2023). Perceptions of the use of TIC in post-pandemic University Teachers and Students. *JOURNAL OF SCIENCE AND RESEARCH*, 2528–8083. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.8112123>
- Muliani, M., Sukarni, S., & Jumadil, J. (2024). English Teachers' Tecnological Knowledge and Some Barriers on It: The Basis for Developing TPACK Teaching Model. *Journal of Languages and Language Teaching*, 12(1), 499. <https://doi.org/10.33394/jollt.v12i1.9628>
- Niess, Margaret L. (2011). Investigating TPACK: Knowledge Growth in Teaching with Technology. *Journal of Educational Computing Research*, 44(3), 299–317. <https://doi.org/10.2190/EC.44.3.c>
- Nunnally, J. C. (1978). Psychometric theory. *McGraw-Hill*, 2.
- Okada, A., Panselinas, G., Bizoi, M., Malagrida, R., & Torres, P. L. (2024). Fostering Transversal Skills through Open Schooling with the CARE-KNOW-DO Framework for Sustainable Education. *Sustainability*, 16(7). <https://doi.org/10.3390/su16072794>
- Özgen, K., Aparı, B., & Zengin, Y. (2019). The approaches of eighth grade students in problem posing based learning: Intervention of Active Learning Model supported by GeoGebra. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*. <https://doi.org/10.16949/turkbilmat.471760>
- Padilla, I., Conde, R., & Valbuena, S. (2025). *Conocimiento del contenido pedagógico tecnológico (TPACK) de profesores de matemáticas en formación inicial de Barranquilla, Colombia*.
- Paidican Soto, M. Á., & Arredondo Herrera, P. A. (2024). Conocimiento Técnico Pedagógico del Contenido (TPACK) en educación especial: una revisión bibliográfica. *Hachetetepé. Revista científica de educación y comunicación*, 29. <https://doi.org/10.25267/Hachetepe.2024.i29.2204>
- Piaget, J. (1970). *Science of education and the psychology of the child* (p. 25). Orion press. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2633141>
- Pretorius, L. (2024). Demystifying research paradigms - navigating ontology, epistemology, and axiology in research. *The Qualitative Report*, 29. <https://doi.org/https://doi.org/10.46743/2160-3715/2024.7632>
- Profuturo. (2025). *ProFuturo en Colombia: ¿puede la educación digital cerrar la brecha de aprendizaje?* profuturo.education. <https://profuturo.education/observatorio/experiencias-inspiradoras/profuturo-en-colombia-puede-la-educacion-digital-cerrar-la-brecha-de-aprendizaje/>
- Puentedura, R. (2014). *SAMR: A Contextualized Introduction* (p. 7). hippasus. <https://hippasus.com/rrpweblog/archives/2014/01/15/SAMRABriefContextualizedIntroduction.pdf>
- Rodríguez Hernández, M. A., & Cubillas López, M. del C. (2024). Integración del modelo TPACK-

- ADDIE en el Diseño Instruccional para los Cursos B-Learning en Educación Superior. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 10605–10621. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i4.13200](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13200)
- Rogers, E. M. (2003). Diffusion of Innovations. *Journal of Minimally Invasive Gynecology*, 5, 551. <https://doi.org/10.1016/j.jmig.2007.07.001>
- Rueda-Ortiz, R., & Franco-Avellaneda, M. (2018). Políticas educativas de TIC en Colombia: entre la inclusión digital y formas de resistencia-transformación social. *Pedagogía y Saberes*, 48, 9–25. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=614064440002>
- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J., & Shin, T. S. (2009). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123–149. <https://doi.org/10.1080/15391523.2009.10782544>
- Shulman, L. (1986). *hose who understand: knowledge growth in teaching* (pp. 4–14). Educational Researcher. <https://www.wcu.edu/webfiles/pdfs/shulman.pdf>
- Silva, B., Bilessimo, S., & Sommer, L. (2021). INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO: PROPOSTA DE MODELO PARA CAPACITAÇÃO DOCENTE INSPIRADA NO TPACK. *Educação em Revista*, 37. <https://doi.org/10.1590/0102-4698232757>
- Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285. [https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202\\_4](https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4)
- Tseng, J.-J., Chai, C. S., Tan, L., & Park, M. (2022). A critical review of research on technological pedagogical and content knowledge (TPACK) in language teaching. *Computer Assisted Language Learning*, 35(4), 948–971. <https://doi.org/10.1080/09588221.2020.1868531>
- Uygun, T., Sendur, A., Dere, R., & Ozcakir, B. (2023). Development of TPACK with Web 2.0 tools: Design-based study. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 11(3), 445–465. <https://doi.org/10.30935/scimath/12907>
- Vacchieri, A. (2013). *Estado del arte sobre la gestión de las políticas de integración de computadoras y dispositivos móviles en los sistemas educativos* (Vol. 10). UNICEF Argentina.
- Valbuena Duarte, S., Márquez Herrera, L., Conde Carmona, R., & Chiquillo Varela, M. F. (2024). Enfoque STEAM y modelo TPACK en los métodos numéricos aplicados con software. *Tecnura*, 28(82), 27–47. <https://doi.org/10.14483/22487638.22481>
- Vanegas, V., Dávila, J., & Barreto, C. (2024). *Pobreza digital, una nueva perspectiva para fortalecer la inclusión social en Colombia*. DNP.
- Venkatesh, V., Morris, M., Davis, G., & Davis, F. (2003). User Acceptance of Information Technology:

- Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 27, 425–478. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Vergara Díaz, C., & Cofré Mardones, H. (2014). Conocimiento Pedagógico del Contenido: ¿el paradigma perdido en la formación inicial y continua de profesores en Chile? *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 40(Especial), 323–338. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052014000200019>
- Vygotsky, L. S. (1980). *Mind in Society* (M. Cole, V. Jolm-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman (eds.)). Harvard University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4>
- Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in society: Development of higher psychological processes*. Harvard university press.
- Wen, R. (2023). *The Effect of Digital Educational Games on Students' Attitudes Towards Mathematics: A Systematic Review and Empirical Analysis*. McGill University (Canada). <https://search.proquest.com/openview/df7211145590b1d438903dd5d688fa7c/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>

## ANEXOS

## ANEXO 1. Versión Íntegra Del Cuestionario Para Docentes De Matemáticas

Figura 7. Sección 1 del Cuestionario para docentes de Matemáticas.

<p><b>MATEMÁTICAS (5° GRADO)</b></p> <p>Formación en TIC, TPACK y Prácticas Pedagógicas en la Enseñanza de las Matemáticas: Estudio en Quinto Grado de la I.E. Normal Superior de Sincelajo.</p> <p>Abelardo José Guzmán Oñate Maestría en Educación y tecnología Digital Universidad de Investigación e innovación de México aguzmanoo207@gmail.com</p> <p>Estimado(a) docente,</p> <p>Le invito cordialmente a participar en esta investigación como parte de mi tesis de Maestría en Educación y tecnología Digital. El propósito de este estudio es comprender la relación entre la formación docente en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), el Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK) y las prácticas pedagógicas implementadas en la enseñanza de las matemáticas en quinto grado en la Institución Educativa Normal Superior de Sincelajo. Su participación consiste en responder este cuestionario, lo cual tomará aproximadamente de 20-30 minutos. La información que usted proporcione será tratada con estricta confidencialidad y anonimato. Los datos se utilizarán exclusivamente con fines académicos para esta investigación y no se identificarán respuestas individuales. Su participación es totalmente voluntaria. Al proceder a completar este cuestionario, usted manifiesta que ha leído y comprendido la información anterior y consiente voluntariamente participar en esta investigación.</p> <p><b>Agradezco sinceramente su tiempo y valiosa colaboración.</b></p>	<p><b>ENCUESTA PARA DOCENTES DE MATEMÁTICAS (5° GRADO)</b></p> <p>* Indica que la pregunta es obligatoria</p> <p><b>SECCIÓN 1: INFORMACIÓN DEMOGRÁFICA Y CONTEXTUAL</b></p> <p>Estas preguntas nos ayudan a comprender el contexto general de los participantes.</p> <p><b>1. Nombres y apellidos del docente. *</b></p> <p>Tu respuesta _____</p> <p><b>2. Correo electrónico *</b></p> <p>Tu respuesta _____</p>
<p><b>3. GÉNERO *</b></p> <p><input type="radio"/> Masculino</p> <p><input type="radio"/> Femenino</p> <p><input type="radio"/> Otro</p> <p><input type="radio"/> Prefiero no indicar</p> <p><b>4. Edad (en años) *</b></p> <p>Escriba únicamente valores numéricos.</p> <p>Tu respuesta _____</p> <p><b>5. Años de experiencia docente total. *</b></p> <p>Escriba únicamente valores numéricos.</p> <p>Tu respuesta _____</p> <p><b>6. Años de experiencia enseñando matemáticas en básica primaria (grados 1° a 5°) *</b></p> <p>Escriba únicamente valores numéricos.</p> <p>Tu respuesta _____</p>	<p><b>7. Años de experiencia laboral en la I.E. Normal Superior de Sincelajo. *</b></p> <p>Escriba únicamente valores numéricos.</p> <p>Tu respuesta _____</p> <p><b>8. ¿Actualmente orienta la asignatura de Matemáticas en algún grupo de quinto (5°) grado en la I.E. Normal Superior de Sincelajo? *</b></p> <p>Elige <input type="text"/></p> <p><b>9. ¿En cuantos grupos de 5° grado orienta la asignatura de Matemática? *</b></p> <p>Escribir valores numéricos</p> <p>Tu respuesta _____</p> <p><b>10. ¿Cuántos estudiantes tiene por cada grupo de grado 5°? *</b></p> <p>Escribir valores numéricos</p>

**Figura 8.** Sección 2 del Cuestionario para docentes de Matemáticas.

Licenciatura (Pregrado) ▾

12. ¿Posee título de pregrado o postgrado específicamente en el área de Matemáticas o Educación Matemática? \*

Elige ▾

13. ¿Cuenta con un computador personal (portátil o de escritorio) que utilice regularmente para planificar o preparar sus clases de matemáticas? \*

Elige ▾

14. En la I.E. Normal Superior de Sincelejo, ¿considera que tiene acceso suficiente a recursos TIC (ej. sala de informática funcional, tabletas para estudiantes, conexión a internet estable en el aula, video beam) para implementar en sus clases de matemáticas si así lo deseara? \*

Acceso limitado o irregular. ▾

2. Como respondió SÍ, por favor indique los tipos de formación en TIC recibidos en los últimos 5 años (puede marcar varias opciones) \*

Curso(s) corto(s) (ej. menos de 40 horas)

Diplomado(s)

Módulo(s) como parte de Especialización o Maestría

Acompañamiento/mentoría en la institución

Autoformación guiada (ej. cursos online tipo MOOC, tutoriales estructurados)

3. Considerando la experiencia de formación en TIC más completa o significativa que ha recibido en los últimos 5 años, ¿Cuál fue su duración total aproximada en horas? \*

Elige ▾

4. ¿Hace cuánto tiempo finalizó esa formación más significativa en TIC? \*

Elige ▾

## ENCUESTA PARA DOCENTES DE MATEMÁTICAS (5° GRADO)

\* Indica que la pregunta es obligatoria

### SECCIÓN 2: EXPERIENCIAS DE FORMACIÓN DOCENTE EN TIC.

Por favor, piense en las experiencias formativas (cursos, talleres, diplomados, módulos en postgrados, acompañamientos, autoformación estructurada) que haya tenido en los últimos 5 años relacionadas específicamente con el uso o integración de TIC en procesos de enseñanza-aprendizaje.

1. ¿Ha participado en alguna actividad de formación sobre uso de TIC para la educación en los últimos 5 años? \*

Sí ▾

3. Considerando la experiencia de formación en TIC más completa o significativa que ha recibido en los últimos 5 años, ¿Cuál fue su duración total aproximada en horas? \*

Elige ▾

4. ¿Hace cuánto tiempo finalizó esa formación más significativa en TIC? \*

Elige ▾

5. ¿Cuál fue la modalidad principal de esa formación? \*

Elige ▾

6. ¿Esa formación más significativa incluyó contenidos o estrategias sobre cómo usar TIC específicamente para la enseñanza de las MATEMÁTICAS? \*

Elige ▾

Nota: Elaboración propia

**Figura 9.** Sección 3 del Cuestionario para docentes de Matemáticas.

	1	2	3	4	5
Aspecto de la Formación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aprender el manejo técnico de herramientas TIC específicas (software, hardware).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Conocer diversas estrategias pedagógicas generales que pueden apoyarse en TIC.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aprender a seleccionar TIC adecuadas para objetivos matemáticos específicos (TCK).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diseñar actividades de aprendizaje para matemáticas usando TIC (TPACK).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reflexionar sobre cuándo, por qué y cómo integrar TIC de forma efectiva en matemáticas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**2. Conocimiento Pedagógico \***

	1	2	3	4	5
Domino diversas estrategias de enseñanza (ej. aprendizaje basado en problemas, instrucción directa, trabajo colaborativo).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sé cómo manejar la dinámica del aula y mantener a los estudiantes de 5º enfocados en la tarea.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Puedo adaptar mis estrategias de enseñanza para atender a estudiantes con diferentes ritmos o estilos de aprendizaje.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**1. Conocimiento Tecnológico. \***

	1	2	3	4	5
Me siento cómodo/a explorando y aprendiendo a usar nuevas herramientas TIC (apps, software, plataformas).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Generalmente puedo resolver pequeños problemas técnicos que surgen al usar TIC en clase.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Conozco suficientes tecnologías educativas para poder elegir entre diferentes opciones.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**3. Conocimiento del Contenido (Matemáticas 5º) \***

	1	2	3	4	5
Comprendo profundamente los conceptos matemáticos que se enseñan en quinto grado.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Conozco diferentes formas de abordar y resolver los problemas matemáticos del nivel.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Entiendo los errores conceptuales comunes que los estudiantes de 5º cometen en matemáticas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**4. Conocimiento Pedagógico del Contenido (Matemáticas 5º) \***

	1	2	3	4	5
Sé cómo usar analogías, ejemplos o representaciones efectivas para explicar conceptos matemáticos difíciles de 5º.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Puedo secuenciar los contenidos matemáticos de 5º de forma lógica para facilitar su	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Instrucciones:** A continuación, se presentan afirmaciones sobre sus conocimientos y habilidades para enseñar matemáticas de quinto grado utilizando tecnología. Por favor, indique su grado de acuerdo con cada una, usando la escala:

1 = Totalmente en desacuerdo, 2 = En desacuerdo, 3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo (Neutral), 4 = De acuerdo, 5 = Totalmente de acuerdo

Nota: Elaboración propia

**Figura 10.** Sección 4 del Cuestionario para docentes de Matemáticas.

### 5. Conocimiento Tecnológico del Contenido (Matemáticas 5<sup>a</sup>) \*

	1	2	3	4	5
Sé qué software o aplicaciones específicas son útiles para enseñar temas matemáticos de 5 <sup>a</sup> (ej. geometría, fracciones).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comprendo cómo la tecnología puede ayudar a representar conceptos matemáticos abstractos de forma más concreta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Puedo evaluar si una herramienta TIC es matemáticamente precisa y adecuada para el concepto que quiero enseñar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 6. Conocimiento Tecnológico Pedagógico. \*

	1	2	3	4	5
Sé cómo usar TIC para facilitar diferentes enfoques pedagógicos (ej. usar foros para discusión, plataformas para colaboración).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Puedo estructurar actividades con TIC de forma que los estudiantes se mantengan concentrados y productivos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sé seleccionar herramientas TIC que se alinean con mis objetivos generales de aprendizaje y mi estilo de enseñanza.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 7. Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (Matemáticas 5<sup>a</sup>) \*

	1	2	3	4	5
Puedo integrar de manera fluida y efectiva la tecnología, mis estrategias pedagógicas y los contenidos matemáticos de 5 <sup>a</sup> .	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Soy capaz de diseñar lecciones de matemáticas para 5 <sup>a</sup> que utilicen la tecnología de forma innovadora y pedagógicamente sólida.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Puedo adaptar el uso de la tecnología sobre la marcha durante una clase de matemáticas para responder a las necesidades de los estudiantes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Me siento competente para enseñar matemáticas de quinto grado utilizando una variedad de tecnologías de forma significativa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**SECCIÓN 4: PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS CON TIC EN MATEMÁTICAS (AUTOREPORTE)**

Instrucciones: Pensando en sus clases de matemáticas de quinto grado durante el último año escolar, por favor indique con qué frecuencia realiza las siguientes acciones o utiliza TIC.

Escala de Frecuencia: 1 = Nunca / Casi Nunca, 2 = Pocas veces al año/semestre, 3 = Mensualmente (Aprox.), 4 = Semanalmente (Aprox.), 5 = Casi a diario / En la mayoría de las clases

#### 1. Uso de TIC en clases de Matemáticas (5<sup>a</sup>). \*

	1	2	3	4	5
Uso presentaciones (ej. PowerPoint, Prezi, Canva) para exponer conceptos o procedimientos matemáticos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muestro videos (ej. de YouTube, educativos) relacionados con temas matemáticos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilizo software de geometría dinámica (ej. GeoGebra) para explorar figuras o transformaciones.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilizo calculadoras (básicas o científicas, físicas o virtuales).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilizo hojas de cálculo (e. Excel, Google Sheets) para organizar datos o analizar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Utilizo herramientas de respuesta interactiva o quizzes online (ej. Kahoot, Socrative, Form) para verificar comprensión.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Los estudiantes usan TIC para buscar información relevante para un problema o proyecto matemático.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Los estudiantes usan TIC para crear un producto que demuestre su aprendizaje matemático (ej. gráfico, presentación, video).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**2. Pensando en la forma más habitual en que usted integra las TIC en sus clases \* de matemáticas, ¿Cuál de las siguientes descripciones (inspiradas en el modelo SAMR) se ajusta mejor a su práctica general?**

Elige

**3. ¿Utiliza alguna otra herramienta, plataforma o recurso TIC de forma regular en sus clases de matemáticas de 5<sup>a</sup> que no se haya mencionado anteriormente? Por favor, especifique:**

Tu respuesta

Nota: Elaboración propia

**Figura 11.** Sección 4 del Cuestionario para docentes de Matemáticas.

**SECCIÓN 5: PERCEPCIONES SOBRE EL USO DE TIC EN LA ENSEÑANZA DE MATEMÁTICAS**

*Instrucciones:* Finalmente, por favor indique su grado de acuerdo con las siguientes afirmaciones, pensando en su experiencia y contexto en la I.E. Normal Superior de Sincalago.

1 = Totalmente en desacuerdo, 2 = En desacuerdo, 3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo (Neutral), 4 = De acuerdo, 5 = Totalmente de acuerdo

	1	2	3	4	5
Considero que el uso adecuado de TIC puede mejorar significativamente la comprensión matemática de los estudiantes de 5 <sup>o</sup> .	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El uso de TIC hace las clases de matemáticas más atractivas y motivadoras para mis estudiantes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Integrar TIC en mis clases de matemáticas me demanda una cantidad excesiva de tiempo de preparación.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La disponibilidad y funcionamiento de los recursos TIC en la institución es una barrera importante para su uso.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

La falta de soporte técnico rápido y efectivo en la institución limita mi disposición a usar TIC.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siento que mis actuales habilidades digitales son suficientes para integrar TIC efectivamente en matemáticas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Me gustaría recibir más formación o acompañamiento práctico sobre cómo integrar TIC en matemáticas de 5 <sup>o</sup> .	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Las políticas o directrices institucionales fomentan activamente el uso pedagógico de TIC.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Atrás    Enviar    [Borrar formulario](#)

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.  
Este formulario se creó fuera de tu dominio. - [Contactar con el propietario del formulario](#) - [Términos del Servicio](#) - [Política de Privacidad](#)  
[¿Parece sospechoso este formulario? Informe](#)

Google Formularios

Nota: Elaboración propia

**Anexo 2.** Ejemplo de Encuesta Inicial Ampliada (Fase 1)

**Descripción:** Encuesta adaptada de Schmidt et al. (2009), con 40 ítems (20 *Likert*, 10 selección múltiple, 10 abiertos) para medir TCK en aptitudes matemáticas (fracciones, geometría, álgebra, estadística, probabilidad, resolución de problemas) y barreras contextuales. Distribuida vía Google Forms offline para 10-15 docentes, con exportación a Excel para análisis descriptivo (medias, frecuencias).

**Tabla 15.** Encuesta Inicial Ampliada TPACK.

Ítem N°	Pregunta	Tipo de Respuesta	Dominio	Propósito
1	¿Cuánta confianza tiene para seleccionar TIC (ej. GeoGebra) para representar fracciones en 5° grado?	<i>Likert</i> 1-5 (Nada-Mucho)	TCK	Evaluar confianza inicial en fracciones.
2	¿Qué herramientas TIC usa para enseñar fracciones?	Múltiple: [GeoGebra, Excel, Calculadora, Ninguna, Otra]	TCK	Identificar uso en fracciones.
3	Describa una limitación al usar TIC para fracciones en su aula.	Abierta (máx. 100 palabras)	Barreras	Detectar brechas contextuales.
4	¿Cómo evalúa su capacidad para usar TIC en transformaciones geométricas?	<i>Likert</i> 1-5	TCK	Medir competencia en geometría.
5	¿Con qué frecuencia usa TIC (ej. GeoGebra) para geometría?	Múltiple: [Nunca, 1-3 veces/mes, Semanal, Diaria]	TCK	Cuantificar frecuencia en geometría.
6	Describa un ejemplo de uso de TIC en geometría (éxito o fallo).	Abierta (máx. 100 palabras)	TCK	Recoger experiencias cualitativas.

7	¿Cuánta confianza tiene para modelar patrones algebraicos con TIC?	<i>Likert</i> 1-5	TCK	Evaluar confianza en álgebra.
8	¿Qué TIC ha usado para patrones numéricos?	Múltiple: [Desmos, <i>Scratch</i> , Ninguna, Otra]	TCK	Identificar herramientas en álgebra.
9	¿Qué barrera principal enfrenta para usar TIC en álgebra?	Abierta (máx. 100 palabras)	Barreras	Identificar obstáculos específicos.
10	¿Cómo evalúa su capacidad para usar TIC en estadística (ej. gráficos)?	<i>Likert</i> 1-5	TCK	Medir competencia en estadística.
11	¿Con qué frecuencia usa TIC para representar datos estadísticos?	Múltiple: [Nunca, 1-3 veces/mes, Semanal, Diaria]	TCK	Cuantificar uso en estadística.
12	Describa un desafío al usar TIC para estadística en su aula.	Abierta (máx. 100 palabras)	Barreras	Detectar limitaciones contextuales.
13	¿Cuánta confianza tiene para usar simuladores TIC en probabilidad?	<i>Likert</i> 1-5	TCK	Evaluar confianza en probabilidad.
14	¿Qué TIC usa para enseñar probabilidad?	Múltiple: [Excel, GeoGebra, Ninguna, Otra]	TCK	Identificar herramientas en probabilidad.
15	Describa un ejemplo de uso de TIC en probabilidad.	Abierta (máx. 100 palabras)	TCK	Recoger experiencias cualitativas.
16	¿Cómo evalúa su capacidad para usar TIC en resolución de problemas?	<i>Likert</i> 1-5	TCK	Medir competencia en modelado.
17	¿Qué TIC usa para modelar	Múltiple: [ <i>Mathletics</i> ,	TCK	Identificar uso en

	problemas matemáticos?	Khan Academy, Ninguna, Otra]		resolución.
<b>18</b>	¿Qué barrera enfrenta al usar TIC para resolución de problemas?	Abierta (máx. 100 palabras)	Barreras	Detectar obstáculos específicos.
<b>19</b>	¿Cuánta confianza tiene en su conocimiento tecnológico general (TK)?	<i>Likert</i> 1-5	TK	Evaluar competencia tecnológica base.
<b>20</b>	¿Con qué frecuencia usa TIC en general en el aula?	Múltiple: [Nunca, 1-3 veces/mes, Semanal, Diaria]	TK	Cuantificar uso general TIC.
<b>21</b>	¿Cuánta confianza tiene en su conocimiento pedagógico (PK)?	<i>Likert</i> 1-5	PK	Medir competencia pedagógica.
<b>22</b>	¿Qué estrategias pedagógicas usa con TIC?	Múltiple: [Colaborativas, Individuales, Ninguna, Otra]	TPK	Identificar enfoques pedagógicos.
<b>23</b>	Describa una estrategia exitosa con TIC en matemáticas.	Abierta (máx. 100 palabras)	TPK	Recoger prácticas efectivas.
<b>24</b>	¿Cómo evalúa su conocimiento de contenido matemático (CK)?	<i>Likert</i> 1-5	CK	Medir dominio de contenido.
<b>25</b>	¿Qué temas de 5° grado encuentra más difíciles de enseñar con TIC?	Múltiple: [Fracciones, Geometría, Álgebra, Estadística, Probabilidad]	CK	Identificar desafíos por tema.
<b>26</b>	Describa un tema donde TIC no funcionó bien.	Abierta (máx. 100 palabras)	CK	Recoger limitaciones por contenido.
<b>27</b>	¿Cuánta confianza tiene para integrar TIC con pedagogía (TPK)?	<i>Likert</i> 1-5	TPK	Evaluar integración tecnológica-pedagógica.
<b>28</b>	¿Qué recursos TIC institucionales están	Múltiple: [Computadores, Internet,	Barreras	Identificar recursos disponibles.

	disponibles?	Proyector, Ninguno]		
29	¿Qué tan útil considera su formación TIC actual?	Likert 1-5	Formación	Evaluar percepción de formación.
30	¿Qué tipo de formación TIC recibió en los últimos 5 años?	Múltiple: [Presencial, Virtual, Autoformación, Ninguna]	Formación	Caracterizar formación reciente.
31	Describa cómo su formación TIC impactó su enseñanza.	Abierta (máx. 100 palabras)	Formación	Recoger impacto percibido.
32	¿Cuánta confianza tiene para integrar TIC en TPACK global?	Likert 1-5	TPACK	Medir competencia TPACK inicial.
33	¿Con qué frecuencia diseña lecciones con TIC transformadoras (SAMR)?	Múltiple: [Nunca, 1-3 veces/mes, Semanal, Diaria]	TPACK	Cuantificar diseño transformador.
34	Describa una lección transformadora con TIC.	Abierta (máx. 100 palabras)	TPACK	Recoger ejemplos de integración.
35	¿Qué tan accesible es el internet en su aula?	Likert 1-5 (Nada-Mucho)	Barreras	Evaluar conectividad.
36	¿Qué dispositivos TIC personales usa?	Múltiple: [Computador, Tablet, Smartphone, Ninguno]	Barreras	Identificar recursos personales.
37	¿Cuánto tiempo dedica a planear con TIC?	Likert 1-5	Barreras	Medir inversión temporal.
38	¿Qué apoyo institucional recibe para TIC?	Likert 1-5	Barreras	Evaluar soporte institucional.
39	¿Qué espera de un programa de formación TPACK?	Abierta (máx. 100 palabras)	Expectativas	Recoger necesidades formativas.
40	¿Qué sugerencia tiene para mejorar TIC en matemáticas?	Abierta (máx. 100 palabras)	Expectativas	Recoger propuestas docentes.

*Nota:* Elaboración propia.

### Anexo 3: Rúbrica SAMR para Evaluación de Lecciones (Fase 2 y 3)

**Descripción:** Rúbrica para evaluar portafolios de lecciones (n=2 por docente) en Fase 2 (diseño) y Fase 3 (implementación), basada en el modelo SAMR (Puentedura, 2014). Evalúa integración TIC en cuatro niveles (Sustitución, Aumentación, Modificación, Redefinición), con puntuación 1-4 por expertos (inter-observador  $r > 0.80$ ). Aplicada a lecciones sobre fracciones, geometría, probabilidad, etc.

**Tabla 16.** Rúbrica SAMR para Evaluación de Lecciones (Fase 2 y 3)

Nivel SAMR	Descripción	Criterios Específicos	Puntuación
<b>Sustitución</b> (1)	TIC reemplaza métodos tradicionales sin cambio funcional.	Ej.: Usa GeoGebra para mostrar fracciones como imagen estática, sin interacción.	1
<b>Aumentación</b> (2)	TIC mejora funcionalidad, pero sin transformación significativa.	Ej.: GeoGebra permite ajustar fracciones dinámicamente, pero solo como apoyo visual.	2
<b>Modificación</b> (3)	TIC rediseña tareas, permitiendo nuevas formas de aprendizaje.	Ej.: Estudiantes usan GeoGebra para explorar transformaciones geométricas, comparando resultados en grupo.	3
<b>Redefinición</b> (4)	TIC crea tareas nuevas, imposibles sin tecnología.	Ej.: Estudiantes crean simulaciones en <i>Scratch</i> para modelar probabilidad, compartidas en CoP virtual.	4

Nota: Elaboración propia.

### Anexo 4: Estructura Detallada de Talleres (Fase 2)

**Descripción:** Planificación de los cuatro módulos híbridos (8 horas cada uno), con objetivos, actividades y recursos específicos para desarrollar TCK en fracciones, álgebra, probabilidad y diseño integrado, alineados con SAMR y adaptados a brechas locales (offline).

**Tabla 17.** Estructura de Talleres TPACK-Math.

<b>Módulo</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b> <b>(Presencial/Virtual)</b>	<b>Recursos</b>	<b>Indicador</b>
<b>1: TK-TCK (GeoGebra)</b>	Desarrollar TCK para fracciones y patrones.	Presencial (4h): Instalación GeoGebra offline, demo fracciones (dividir círculos dinámicos). Virtual (4h): Ejercicio guiado para secuencias (ej. $y=2x$ ).	5 tablets, GeoGebra gratuito, guías PDF.	Pre/post test TCK $\geq 0.5$ (10 ítems Likert).
<b>2: TPK (Colaboración)</b>	Fomentar TPK en probabilidad colaborativa.	Presencial (4h): Simulador dados Excel, discusión grupal eventos. Virtual (4h): Jamboard offline para diseño colaborativo.	Excel offline, Jamboard, proyector.	Lección diseñada con TPK (rúbrica SAMR $\geq 2.5$ ).
<b>3: TPACK-SAMR</b>	Integrar TPACK para lecciones transformadoras.	Presencial (4h): Análisis casos SAMR (ej, GeoGebra en geometría). Virtual (4h): Prototipo lección probabilidad.	Khan Academy offline, handouts SAMR.	Prototipo lección con SAMR $\geq 3.0$ .
<b>4: Reflexión y Diseño</b>	Reflexionar y diseñar unidades didácticas.	Virtual (4h): Diario digital reflexión (Google Docs). Presencial (4h): Presentación unidades.	Docs offline, sala multifuncional.	Unidad didáctica evaluada (rúbrica SAMR $\geq 3.0$ ).

Nota: Elaboración propia.

### Anexo 5: Encuesta Final de TPACK y Percepción (Fase 3)

**Descripción:** Encuesta final (40 ítems: 20 *Likert*, 10 selección múltiple, 10 abiertos) para evaluar impacto en TPACK (global  $\geq 0.3$ ) y percepción de utilidad, con preguntas comparativas pre/post y abiertas para retroalimentación cualitativa.

**Tabla 18.** Encuesta Final de TPACK y Percepción.

Ítem N°	Pregunta	Tipo de Respuesta	Dominio	Propósito
1	Tras el programa, ¿cuánta confianza tiene para usar GeoGebra en fracciones?	<i>Likert</i> 1-5 (Nada-Mucho)	TCK	Comparar mejora TCK en fracciones.
2	¿Qué TIC usó en fracciones tras los talleres?	Múltiple: [GeoGebra, Excel, Calculadora, Ninguna, Otra]	TCK	Verificar adopción post-taller.
3	Describe un cambio en su enseñanza de fracciones con TIC.	Abierta (máx. 100 palabras)	TCK	Recoger impacto cualitativo.
4	¿Cómo evalúa su capacidad para usar TIC en geometría tras el programa?	<i>Likert</i> 1-5	TCK	Comparar mejora en geometría.
5	¿Con qué frecuencia usó TIC para geometría tras los talleres?	Múltiple: [Nunca, 1-3 veces/mes, Semanal, Diaria]	TCK	Cuantificar uso post-taller.
6	Describe un ejemplo de uso exitoso de TIC en geometría.	Abierta (máx. 100 palabras)	TCK	Recoger experiencias cualitativas.
7	¿Cuánta confianza tiene para modelar patrones algebraicos con TIC ahora?	<i>Likert</i> 1-5	TCK	Comparar mejora en álgebra.
8	¿Qué TIC usó para patrones numéricos tras el programa?	Múltiple: [Desmos, <i>Scratch</i> , Ninguna, Otra]	TCK	Verificar adopción en álgebra.
9	¿Qué cambio notó en su enseñanza de álgebra con	Abierta (máx. 100 palabras)	TCK	Recoger impacto cualitativo.

TIC?				
10	¿Cómo evalúa su capacidad para usar TIC en estadística tras el programa?	<i>Likert</i> 1-5	TCK	Comparar mejora en estadística.
11	¿Con qué frecuencia usó TIC para estadística tras los talleres?	Múltiple: [Nunca, 1-3 veces/mes, Semanal, Diaria]	TCK	Cuantificar uso post-taller.
12	Describe un desafío superado en estadística con TIC.	Abierta (máx. 100 palabras)	TCK	Recoger soluciones a barreras.
13	¿Cuánta confianza tiene para usar simuladores TIC en probabilidad ahora?	<i>Likert</i> 1-5	TCK	Comparar mejora en probabilidad.
14	¿Qué TIC usó para probabilidad tras el programa?	Múltiple: [Excel, GeoGebra, Ninguna, Otra]	TCK	Verificar adopción en probabilidad.
15	Describe un ejemplo de uso de TIC en probabilidad tras talleres.	Abierta (máx. 100 palabras)	TCK	Recoger experiencias cualitativas.
16	¿Cómo evalúa su capacidad para usar TIC en resolución de problemas ahora?	<i>Likert</i> 1-5	TCK	Comparar mejora en modelado.
17	¿Qué TIC usó para modelar problemas tras el programa?	Múltiple: [ <i>Mathletics</i> , <i>Khan Academy</i> , Ninguna, Otra]	TCK	Verificar adopción en resolución.
18	¿Qué cambio notó en resolución de problemas con TIC?	Abierta (máx. 100 palabras)	TCK	Recoger impacto cualitativo.
19	¿Cuánta confianza tiene en su conocimiento tecnológico general (TK) ahora?	<i>Likert</i> 1-5	TK	Comparar mejora en TK.

20	¿Con qué frecuencia usa TIC en general tras el programa?	Múltiple: [Nunca, 1-3 veces/mes, Semanal, Diaria]	TK	Cuantificar uso general post-taller.
21	¿Cuánta confianza tiene en su conocimiento pedagógico (PK) ahora?	<i>Likert</i> 1-5	PK	Comparar mejora en PK.
22	¿Qué estrategias pedagógicas con TIC usó tras los talleres?	Múltiple: [Colaborativas, Individuales, Ninguna, Otra]	TPK	Verificar estrategias post-taller.
23	Describa una estrategia exitosa con TIC tras el programa.	Abierta (máx. 100 palabras)	TPK	Recoger prácticas efectivas.
24	¿Cómo evalúa su conocimiento de contenido matemático (CK) ahora?	<i>Likert</i> 1-5	CK	Comparar mejora en CK.
25	¿Qué temas de 5° grado fueron más fáciles de enseñar con TIC tras talleres?	Múltiple: [Fracciones, Geometría, Álgebra, Estadística, Probabilidad]	CK	Identificar facilidades post-taller.
26	Describa un tema donde TIC mejoró su enseñanza.	Abierta (máx. 100 palabras)	CK	Recoger impacto cualitativo.
27	¿Cuánta confianza tiene para integrar TIC con pedagogía (TPK) ahora?	<i>Likert</i> 1-5	TPK	Comparar mejora en TPK.
28	¿Qué recursos TIC institucionales usó tras el programa?	Múltiple: [Computadores, Internet, Proyector, Ninguno]	Barreras	Verificar cambios en acceso.
29	¿Qué tan útil fue el programa TPACK-Math para su enseñanza?	<i>Likert</i> 1-5	Percepción	Evaluar utilidad percibida.
30	¿Qué módulo del programa fue más útil?	Múltiple: [Módulo 1, Módulo 2, Módulo 3,	Percepción	Identificar impacto por módulo.

Módulo 4]				
<b>31</b>	Describe cómo el programa impactó su enseñanza de matemáticas.	Abierta (máx. 100 palabras)	Percepción	Recoger impacto global.
<b>32</b>	¿Cuánta confianza tiene para integrar TIC en TPACK global ahora?	<i>Likert</i> 1-5	TPACK	Comparar mejora TPACK global.
<b>33</b>	¿Con qué frecuencia planea usar lecciones transformadoras (SAMR) en 2026?	Múltiple: [Nunca, 1-3 veces/mes, Semanal, Diaria]	TPACK	Cuantificar sostenibilidad SAMR.
<b>34</b>	Describe una lección transformadora diseñada tras el programa.	Abierta (máx. 100 palabras)	TPACK	Recoger ejemplos de integración.
<b>35</b>	¿Qué tan accesible es el internet en su aula tras el programa?	<i>Likert</i> 1-5	Barreras	Evaluar cambios en conectividad.
<b>36</b>	¿Qué dispositivos TIC personales usó tras el programa?	Múltiple: [Computador, Tablet, Smartphone, Ninguno]	Barreras	Verificar recursos personales.
<b>37</b>	¿Cuánto tiempo planea dedicar a planear con TIC en 2026?	<i>Likert</i> 1-5	Barreras	Medir inversión temporal futura.
<b>38</b>	¿Qué apoyo institucional espera para TIC en 2026?	<i>Likert</i> 1-5	Barreras	Evaluar expectativas de soporte.
<b>39</b>	¿Qué tan útil será la CoP para su práctica?	<i>Likert</i> 1-5	Sostenibilidad	Evaluar percepción de CoP.
<b>40</b>	¿Qué sugerencia tiene para mejorar la CoP?	Abierta (máx. 100 palabras)	Sostenibilidad	Recoger propuestas para

---

CoP.

---

Nota: Elaboración propia.