



ORIGINAL

## TPACK knowledge in secondary school teachers: basis for effective teaching with mobile technologies in digital environments

### Conocimiento TPACK en docentes de secundaria: base para una enseñanza efectiva con tecnologías móviles en entornos digitales

Dilenia A. Marte Marte<sup>1</sup>  

<sup>1</sup>Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña

**Citar como:** Marte Marte DA. TPACK knowledge in secondary school teachers: basis for effective teaching with mobile technologies in digital environments. Metaverse Basic and Applied Research. 2024; 3:.109. <https://doi.org/10.56294/mr2024.109>

Enviado: 14-01-2024

Revisado: 09-04-2024

Aceptado: 10-10-2024

Publicado: 11-10-2024

Editor: PhD. Yailen Martínez Jiménez 

Autor para la correspondencia: Dilenia A. Marte Marte 

#### ABSTRACT

The digital transformation of educational environments has highlighted the need for teachers to master skills that integrate technology, pedagogy, and subject matter. In this context, mobile learning emerged as an effective strategy for expanding educational coverage, fostering independent learning, and improving academic performance. Its pedagogical integration also lays the groundwork for future collaborations with immersive virtual environments and emerging technologies such as artificial intelligence and augmented reality. This study analyzed the level of TPACK knowledge among secondary school teachers in Regional 08 of the Ministry of Education of the Dominican Republic, considering the educational use of mobile devices. A mixed-method approach was adopted, administering questionnaires to 354 teachers and interviewing 26 school principals. The results revealed that teachers possessed a moderately high level of TPACK knowledge, influenced by factors such as age, gender, professional experience, ICT training, and institutional support. It was concluded that strengthening ongoing training and technical support is key to effective teaching mediated by mobile technologies, with projections toward more advanced educational ecosystems such as the metaverse.

**Keywords:** Pedagogical Content Knowledge; Mobile Learning; Teacher Competencies; Educational Environment.

#### RESUMEN

La transformación digital de los entornos educativos ha puesto de manifiesto la necesidad de que los docentes dominen competencias que integren tecnología, pedagogía y contenido disciplinar. En este contexto, el aprendizaje móvil (Mobile Learning) emergió como una estrategia efectiva para ampliar la cobertura educativa, fomentar el aprendizaje autónomo y mejorar el rendimiento académico. Su integración pedagógica, además, sienta las bases para futuras articulaciones con entornos virtuales inmersivos y tecnologías emergentes como la inteligencia artificial o la realidad aumentada. Este estudio analizó el nivel de conocimiento TPACK en docentes de secundaria de la Regional 08 del Ministerio de Educación de la República Dominicana, considerando el uso educativo de dispositivos móviles. Se adoptó un enfoque mixto, aplicando cuestionarios a 354 docentes y entrevistas a 26 directores escolares. Los resultados revelaron que el profesorado poseía un nivel moderadamente alto de conocimiento TPACK, influido por factores como la edad, el sexo, la experiencia profesional, la capacitación en TIC y el apoyo institucional. Se concluyó que fortalecer la formación continua y el acompañamiento técnico resulta clave para una enseñanza efectiva mediada por tecnologías móviles, con proyecciones hacia ecosistemas educativos más avanzados como el metaverso.

**Palabras clave:** Conocimiento Pedagógico del Contenido; Aprendizaje Móvil; Competencias Docentes; Entorno Educativo.

## INTRODUCCIÓN

El aprendizaje móvil surge como una estrategia educativa efectiva en la era digital, al ofrecer flexibilidad, ubicuidad y continuidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Su incorporación pedagógica requiere competencias docentes específicas, como las que define el modelo TPACK, el cual articula conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar.

En este contexto, el uso de dispositivos móviles ha transformado significativamente los entornos educativos al promover el acceso continuo al conocimiento y fomentar prácticas más autónomas, interactivas y equitativas.

<sup>(1)</sup> Lo anterior resalta la necesidad de competencias para integrar eficazmente estas tecnologías en sus prácticas pedagógicas,<sup>(2,3)</sup> lo cual hace pertinente estudiar su nivel de conocimiento TPACK en relación con el uso de dichos dispositivos.

En el pasado, la competencia docente se medía con base al conocimiento del contenido y a las estrategias pedagógicas. Sin embargo, Schulman argumentó que estas dos dimensiones no son suficientes para describir lo que es la enseñanza efectiva y por ello introdujo el concepto de conocimiento pedagógico del contenido (PCK), que combina el conocimiento del contenido (CK) y el conocimiento pedagógico (PK). Aunque la propuesta original de Shulman sigue siendo pertinente, el hecho de agregar tecnologías innovadoras al concepto ha enriquecido el debate sobre la competencia docente,<sup>(4)</sup> incluso en escuelas secundarias rurales.<sup>(5)</sup>

Mishra et al.<sup>(6)</sup>, basándose Shulman<sup>(7)</sup>, propusieron un modelo que amplía el conocimiento docente integrándolo al ámbito tecnológico, pedagógico y disciplinar, proponen un modelo que amplía lo que es el conocimiento de los docentes, integrándolo al ámbito tecnológico, pedagógico y disciplinar de la materia que se enseña. Los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenido de los profesores (TPACK) permiten la integración de las tecnologías con fines educativos.<sup>(4,8)</sup> El modelo TPACK es un marco esencial para integrar adecuadamente la tecnología en el aula.<sup>(9)</sup>

El modelo TPACK establece los tipos de conocimientos que se deben poseer para hacer una buena integración de las TIC en la labor docente. Este enfoque mide siete variables de conocimiento: tecnológico, disciplinar, pedagógico, pedagógico disciplinar, tecnológico disciplinar, tecnológico pedagógico, tecnológico pedagógico del contenido.<sup>(10,11,12,13)</sup> A continuación, se explican brevemente estos componentes:

- Conocimiento tecnológico (TK): dominio de herramientas digitales y dispositivos tecnológicos.
- Conocimiento pedagógico (PK): dominio de métodos y enfoques de enseñanza.
- Conocimiento del contenido (CK): dominio del contenido específico de la asignatura.
- Conocimiento pedagógico del contenido (PCK): habilidad para enseñar eficazmente el contenido.
- Conocimiento tecnológico del contenido (TCK): comprensión de cómo la tecnología puede transformar el contenido disciplinar.
- Conocimiento tecnológico pedagógico (TPK): uso de tecnología para mejorar estrategias pedagógicas.
- Conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK): integración holística de los tres tipos de conocimiento en contextos reales de enseñanza.

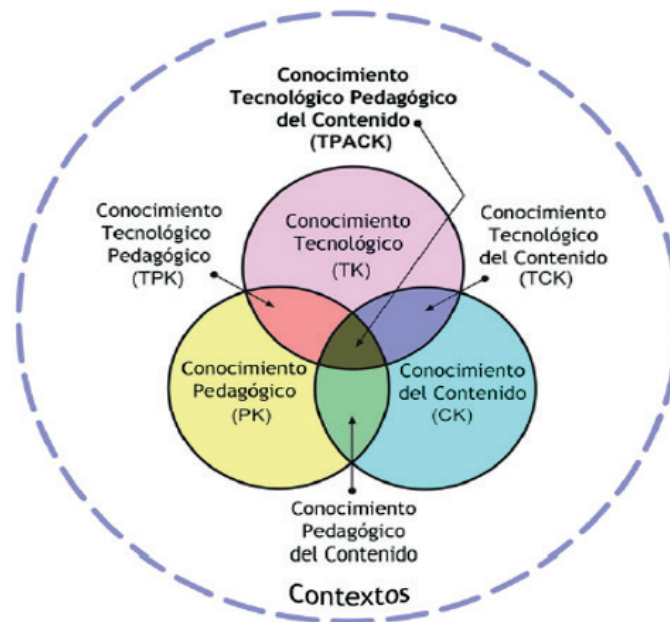
La figura 1 ilustra el modelo TPACK.

Este enfoque también valora aspectos como las experiencias, formación docente y las capacitaciones de los docentes.<sup>(14)</sup> La integración efectiva de la tecnología no se trata solo de dominar herramientas digitales, sino de combinar de manera adecuada el contenido, la pedagogía y la tecnología. Se proponen iniciativas de desarrollo profesional diferenciadas según la experiencia docente, con el fin de mejorar la competencia TPACK y, en consecuencia, la calidad de la enseñanza de las ciencias.<sup>(15)</sup> Aunque los profesores tienen conocimiento profesional, es probable que no tengan experiencia suficiente para tener ya esquemas bien establecidos y estructuras estables de TPACK.<sup>(16)</sup>

El modelo TPACK ha evolucionado para incluir el contexto en la enseñanza.<sup>(17)</sup> Esto lo hace un modelo clave para optimizar la integración tecnológica en la educación.<sup>(18,19)</sup> En un estudio realizado por Kosiol et al.<sup>(20)</sup> encontraron que su medición puede mejorarse mediante evaluaciones contextualizadas y trianguladas.

La pandemia aceleró la adopción de TIC y resaltó la importancia de marcos teóricos como TPACK, además, de incorporar la Inteligencia Artificial para metodologías más rápidas y creativas.<sup>(21)</sup> Diversos estudios muestran que los cursos basados en TPACK mejoran significativamente las competencias docentes, por lo que se recomienda investigar más sobre este tipo de formación.<sup>(9)</sup> En este contexto de transformación educativa, se reconoce también la necesidad de explorar cómo el modelo TPACK puede articularse con los nuevos ecosistemas

digitales, incluyendo entornos inmersivos, tecnologías móviles avanzadas, plataformas de realidad aumentada o metaversos educativos. Esta expansión conceptual permite visualizar el TPACK no solo como un marco aplicable al presente, sino como una base para preparar a los docentes frente a los desafíos tecnológicos que plantea la educación del futuro.



Fuente: <http://www.tpack.org>

Figura 1. Modelo TPACK

El modelo TPACK se adapta a diversos entornos educativos, por lo que es relevante a nivel nacional e internacional,<sup>(17)</sup> especialmente cuando se combina con métodos de observación y análisis de desempeño.<sup>(22)</sup>

La investigación sobre el modelo TPACK ha generado numerosos análisis y revisiones sistemáticas que, además de la necesidad de tomar en cuenta el contexto, evidencian problemas teóricos y metodológicos persistentes. A pesar de que el marco TPACK se fundamenta en el modelo PCK de Shulman y se ha ampliado para incluir la dimensión tecnológica, las revisiones muestran que aún no se ha logrado una claridad conceptual ni una operacionalización coherente de sus dominios.<sup>(23)</sup> Por lo que permite analizar diversos factores que inciden en el TPACK de los docentes.

Distintos estudios destacan factores que pueden influir en el desarrollo del conocimiento TPACK: infraestructura, apoyo institucional y las capacitaciones proporcionadas, entre otros elementos.<sup>(5,24,25)</sup>

En escuelas con escasos recursos, la falta de articulación entre tecnología, pedagogía y contenido es común. Se sugiere cerrar la brecha digital con laboratorios y programas específicos.<sup>(26)</sup>

Dado su carácter dinámico, el TPACK requiere formación continua que considere la experiencia docente y los contextos.<sup>(27)</sup> Gómez-Trigueros et al.<sup>(28)</sup> hallaron diferencias de género: las mujeres perciben menor competencia digital que los hombres.

Shiri et al.<sup>(29)</sup> analizaron cómo la alfabetización digital, las habilidades digitales y el nivel académico influyen en el TPACK. Concluyen que mayor nivel académico implica mayor competencia TPACK, y recomiendan formación especializada.

En el caso de los docentes de biología durante la pandemia, mostraron fortalezas pedagógicas y de contenido, pero debilidades tecnológicas. Se recomienda fortalecer la formación en tecnología educativa.<sup>(30)</sup>

Drajati et al.<sup>(31)</sup> mostraron que programas basados en TPACK mejoran la confianza y creencias docentes hacia la tecnología. Resaltan la importancia de integrar teoría y práctica, y fomentar la autonomía docente.

Wu et al.<sup>(32)</sup> recomiendan programas de formación contextualizados, con evaluaciones por desempeño, que articulen tecnología, contenido y pedagogía<sup>(15)</sup> insisten en que estas políticas deben alinearse con los desafíos del siglo XXI.

Maipita et al.<sup>(33)</sup> encontraron que el apoyo institucional y el TPACK son claves para mejorar el desempeño docente, facilitando la integración tecnológica.

Como se ha mostrado, el modelo TPACK ha sido interpretado desde distintas perspectivas, lo que refleja la complejidad de su implementación en los contextos educativos reales. Esto hace necesaria una visión holística que contemple tanto sus dimensiones fundamentales –tecnológica, pedagógica y disciplinar– como los factores contextuales que inciden en su desarrollo efectivo.

El aprendizaje móvil, por su parte, ha demostrado ser una estrategia pedagógica efectiva para ampliar la cobertura educativa, facilitar la participación activa del estudiantado y mejorar su rendimiento académico.<sup>(34,35)</sup> No obstante, su integración pedagógica requiere que los docentes posean un conocimiento articulado que les permita incorporar adecuadamente estas tecnologías en el aula. En este sentido, el modelo TPACK constituye un marco conceptual idóneo para evaluar dicho conocimiento en relación con el uso de dispositivos móviles.

El interés por estudiar el conocimiento TPACK en este contexto surge de los múltiples beneficios que ofrecen los dispositivos móviles en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tales como la portabilidad, la accesibilidad y su capacidad para personalizar la experiencia educativa y fomentar la colaboración.<sup>(36,37,38)</sup>

Además, el auge de entornos digitales como plataformas móviles, espacios inmersivos, simuladores y sistemas inteligentes demanda un perfil docente capaz de adaptarse a estos ecosistemas emergentes. Desde esta perspectiva, el aprendizaje móvil no solo debe entenderse como una tendencia consolidada, sino como una antesala para la integración de tecnologías más avanzadas, como la realidad aumentada, la inteligencia artificial o los entornos del metaverso. Evaluar el nivel de conocimiento TPACK del profesorado permite identificar hasta qué punto están preparados para enfrentar este panorama tecnológico en expansión.

Por tanto, el objetivo de esta investigación es analizar el nivel de conocimiento TPACK de los docentes de educación secundaria en el contexto del uso pedagógico de dispositivos móviles.

## MÉTODO

Este estudio se desarrolló bajo un enfoque metodológico mixto, integrando técnicas cuantitativas y cualitativas para una comprensión más amplia del fenómeno investigado. La combinación de ambos enfoques permitió examinar en profundidad el nivel de conocimiento TPACK de los docentes de secundaria en relación con el uso educativo de dispositivos móviles, considerando también factores personales y contextuales.

En este estudio, el uso de dispositivos móviles se considera un eje transversal, ya que representan herramientas clave en los entornos de aprendizaje actuales. Su inclusión metodológica está respaldada por evidencias previas que destacan su impacto positivo en el logro académico, la promoción del aprendizaje autónomo y la contribución a la reducción de la brecha digital.<sup>(39,40)</sup>

Desde la perspectiva cuantitativa, se empleó un diseño tipo encuesta (survey), mediante la aplicación de un cuestionario estructurado con escala Likert. Este instrumento fue diseñado para medir el conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar de los docentes, de acuerdo con el modelo TPACK, y recoger datos sociodemográficos como edad, sexo, nivel académico, experiencia profesional, formación en TIC y disponibilidad de personal de apoyo en los centros educativos.

En el componente cualitativo del estudio se adoptó un enfoque fenomenológico, con el propósito de profundizar en la comprensión del conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar de los docentes desde la perspectiva de los directores escolares. Para ello, se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas a directores de centros educativos seleccionados por su participación en la fase cuantitativa del estudio.

Aunque el foco central de la investigación fue el análisis del conocimiento TPACK del profesorado, la inclusión de las entrevistas permitió acceder a percepciones institucionales que ayudan a interpretar los resultados estadísticos, aportando una visión más amplia sobre los factores que inciden en el desarrollo de dicha competencia en contextos reales de enseñanza.

La investigación se llevó a cabo en la Regional 08 del Ministerio de Educación en la ciudad de Santiago, República Dominicana. Esta jurisdicción abarca 120 centros educativos públicos de nivel secundario, distribuidos en distintas zonas: urbana, urbano marginal, rural y rural aislada.

Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia. El cuestionario fue distribuido a través de un formulario digital, enviado por correo electrónico a directores y coordinadores docentes, quienes lo compartieron con sus equipos a través de redes de mensajería institucionales. La participación fue voluntaria y anónima. Se recibieron respuestas de 354 docentes pertenecientes a 31 centros educativos, lo que representa el 19 % de la población total de docentes y el 26 % de los centros de la regional.

En cuanto al perfil de los docentes que completaron el cuestionario, el 62,7 % labora en zonas urbanas y el 23,7 % en contextos urbano-marginales. El 62 % de los encuestados fueron mujeres y el 38 % hombres. La mayoría (80 %) tiene entre 25 y 44 años, mientras que un 19 % supera los 45 años. En términos de formación académica, un 64 % posee título de licenciatura o ingeniería, un 33 % ha realizado una maestría y un 3 % cuenta con una especialidad, indicando que el 36 % de los docentes tiene estudios de posgrado.

Con el objetivo de ampliar la comprensión del fenómeno estudiado desde una perspectiva institucional, se realizaron entrevistas semiestructuradas a 26 directores de centros educativos de nivel secundario, seleccionados entre aquellos cuyos docentes participaron en la fase cuantitativa. Los participantes representaban centros ubicados en distintos contextos geográficos —urbano, urbano marginal y rural—, lo que permitió identificar visiones diversas sobre el conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar del profesorado.

En cuanto al perfil de los directores entrevistados, el 38,5 % labora en centros educativos ubicados en zonas urbanas, otro 38,5 % en zonas urbano-marginales y el 23,1 % en zonas rurales. La distribución por sexo fue

equitativa: 50 % mujeres (13) y 50 % hombres (13). Respecto al tiempo en el cargo de gestión, el 73 % indicó tener entre 5 y 14 años de experiencia, mientras que el 27 % afirmó tener menos de 5 años en el puesto.

### Instrumentos de recogida de información

En un primer momento, la recolección de datos se realizó mediante un cuestionario adaptado del instrumento original propuesto para evaluar el modelo TPACK,<sup>(13)</sup> el cual fue ajustado específicamente para responder al objetivo de esta investigación. El instrumento estuvo compuesto por dos secciones. La primera recogió información general sobre los participantes, incluyendo variables como sexo, edad, nivel académico, formación en TIC, años de experiencia docente, ubicación del centro educativo y disponibilidad de personal de apoyo tecnológico. La segunda sección estuvo orientada a medir el conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar de los docentes, de acuerdo con el modelo TPACK. Esta sección incluyó 19 ítems organizados en una escala Likert de cinco puntos (1 = muy en desacuerdo; 5 = muy de acuerdo).

Para validar la estructura del instrumento, se aplicó un análisis factorial exploratorio (AFE), que arrojó un índice de adecuación muestral excelente ( $KMO = 0,939$ ) y explicó el 59 % de la varianza total. Los ítems se agruparon en un solo factor, identificado como Conocimiento TPACK, con una confiabilidad muy alta ( $\alpha = 0,954$ ). Posteriormente, un análisis de componentes principales confirmó la presencia de una estructura unidimensional. La tabla 1 presenta las estadísticas descriptivas, cargas factoriales y confiabilidad de cada ítem, así como de la escala de Conocimiento Tecnológico de los docentes. Los ítems están organizados en la tabla de mayor a menor según sus cargas factoriales.

**Tabla 1.** Descriptivas, cargas factoriales y confiabilidad de cada ítem y de los factores de la escala de Conocimiento tecnológico de los docentes según el modelo TPACK

| No.    | Factores                                                                                                                                                              | Media  | DE     | Cargas factoriales | Alfa  |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------------------|-------|
| I      | TPACK                                                                                                                                                                 | 75,008 | 15,153 |                    | 0,954 |
| TPACK2 | Sé seleccionar tecnologías digitales para usar en el aula que mejoran la asignatura que imparto, la forma de impartirlos y lo que aprende el alumnado.                | 4,229  | 0,965  | 0,881              |       |
| TP3    | Mi formación como docente me ha hecho reflexionar más detenidamente sobre la forma en que la tecnología puede influir en los enfoques docentes que empleo en el aula. | 4,020  | 1,000  | 0,864              |       |
| TP2    | Sé seleccionar tecnologías que mejoran el aprendizaje del alumnado en una clase.                                                                                      | 3,989  | 1,035  | 0,858              |       |
| TPACK1 | Puedo impartir clases que combinan adecuadamente los contenidos que imparto, tecnologías y enfoques docentes.                                                         | 4,186  | 0,955  | 0,852              |       |
| TPACK5 | Puedo seleccionar tecnologías digitales que mejoran el contenido de las clases.                                                                                       | 4,073  | 0,973  | 0,838              |       |
| TP4    | Adopto un pensamiento crítico sobre la forma de utilizar la tecnología en el aula.                                                                                    | 4,088  | 0,982  | 0,836              |       |
| TP5    | Puedo adaptar el uso de las tecnologías digitales sobre las cuales estoy aprendiendo diferentes actividades docentes.                                                 | 4,229  | 0,935  | 0,830              |       |
| TPACK4 | Puedo guiar y ayudar a otras personas a coordinar el uso de contenidos, tecnologías digitales y enfoques docentes en mi centro docente y/o región administrativa.     | 3,958  | 1,033  | 0,811              |       |
| TEC6   | Conozco herramientas tecnológicas diferentes.                                                                                                                         | 4,054  | 1,024  | 0,793              |       |
| TP1    | Sé seleccionar tecnologías que mejoran los enfoques docentes para una clase.                                                                                          | 3,621  | 1,189  | 0,786              |       |
| TPACK3 | Sé usar en mis materiales docentes para el aula estrategias que combinan contenidos, tecnologías digitales y enfoques docentes sobre los cuales he aprendido.         | 4,130  | 0,967  | 0,773              |       |
| TEC4   | A menudo utilizo la tecnología en mi práctica de aula.                                                                                                                | 4,175  | 0,948  | 0,773              |       |
| TK     | Conozco tecnologías digitales que puedo usar para comprender y elaborar contenidos sobre la asignatura que imparto.                                                   | 3,949  | 1,120  | 0,761              |       |

|      |                                                                           |       |       |       |
|------|---------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|
| TEC8 | He tenido oportunidades suficientes de trabajar con diversas tecnologías. | 3,893 | 1,136 | 0,757 |
| TEC7 | Tengo los conocimientos técnicos que necesito para usar la tecnología.    | 3,720 | 1,153 | 0,734 |
| TEC5 | Con frecuencia hago pruebas con la tecnología a usar en mi clase.         | 3,907 | 1,056 | 0,710 |
| TEC3 | Me mantengo al día de las nuevas tecnologías digitales importantes.       | 3,754 | 1,082 | 0,680 |
| TEC2 | Asimilo conocimientos tecnológicos fácilmente.                            | 3,751 | 1,396 | 0,469 |
| TEC1 | Sé resolver mis problemas técnicos.                                       | 3,282 | 1,398 | 0,362 |

Para confirmar la estructura identificada mediante el análisis factorial exploratorio, se llevó a cabo un análisis factorial confirmatorio (AFC). Los resultados mostraron un índice de bondad de ajuste (GFI) = 0,991, una raíz del error cuadrático medio de aproximación (RMSEA) = 0,046 y una media residual estandarizada de la raíz cuadrada (SRMR) = 0,062. La figura 2 presenta la estructura del modelo planteado.

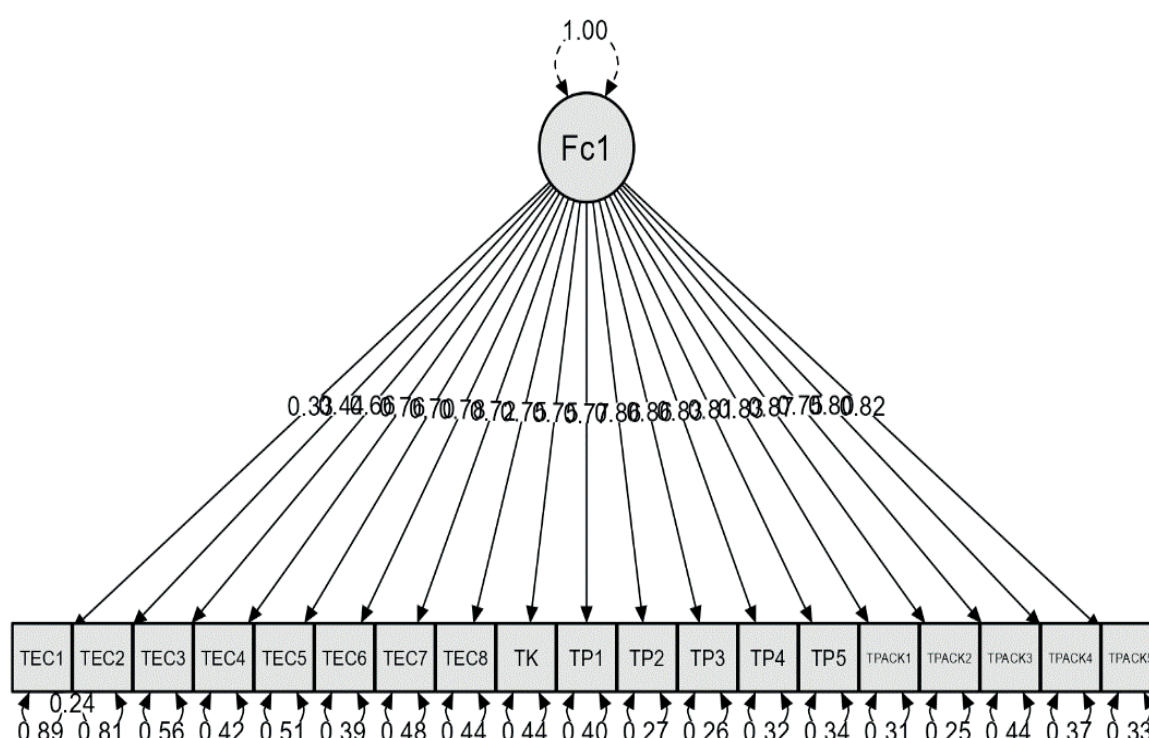


Figura 2. Estructura de la escala Conocimiento

Para complementar los datos obtenidos mediante los cuestionarios, se diseñó un guion de entrevistas semiestructuradas dirigido a directores escolares. Este instrumento permitió explorar, desde una perspectiva institucional, aspectos relacionados con el conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar del profesorado. Las entrevistas fueron aplicadas a los 26 directores de los centros seleccionados en la muestra.

El instrumento se organizó en tres secciones que agrupaban un total de 12 preguntas abiertas. La primera parte abordaba aspectos generales del perfil de los directores, tales como tiempo en el cargo y experiencia profesional. La segunda incluía interrogantes sobre su familiaridad con el uso de dispositivos móviles en el ámbito educativo. La tercera sección se centraba en sus percepciones respecto a la implementación de estas tecnologías por parte del profesorado, las herramientas utilizadas, el conocimiento TPACK, la formación recibida y las principales barreras institucionales.

Con el fin de asegurar la validez del instrumento, se llevó a cabo un proceso de validación de contenido mediante juicio de expertos. Cinco especialistas participaron en esta revisión. A partir de las observaciones pertinentes, se realizaron modificaciones que mejoraron la claridad, coherencia interna y adecuación del lenguaje técnico.

Para la validación del sistema de categorías empleado para el análisis de las entrevistas se incluyó la revisión de tres entrevistas representativas de los distintos contextos escolares (urbano, urbano marginal y rural). Este

proceso permitió comprobar la pertinencia y fiabilidad del sistema categorial propuesto.

El análisis de las entrevistas se estructuró a partir de un enfoque deductivo, tomando como base el marco teórico y las dimensiones derivadas del cuestionario aplicado. Se establecieron a priori las principales categorías y subcategorías, aunque el sistema también incorporó elementos emergentes durante el proceso de codificación, lo que permitió integrar nuevos hallazgos surgidos directamente del discurso de los participantes.

### Análisis de los Datos

Para la presentación de las características demográficas y generales de los participantes se utilizaron estadísticas descriptivas, tales como frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones estándar. Con el propósito de examinar si variables como sexo, edad, nivel académico, años de experiencia, capacitación en TIC y apoyo institucional influyen en el nivel de conocimiento TPACK de los docentes, se aplicaron pruebas t de Student y análisis de varianza (ANOVA), según correspondiera, con un nivel de significación del 5 %.

El análisis cuantitativo incluyó pruebas t para comparar las puntuaciones de la variable conocimiento TPACK en función del sexo de los docentes, la existencia de personal de apoyo tecnológico en los centros y la participación en procesos formativos sobre TIC. Asimismo, se aplicaron ANOVA para explorar posibles diferencias en los niveles de conocimiento TPACK según la edad, el nivel académico y la ubicación geográfica de los centros educativos. Estos análisis permitieron identificar patrones significativos que aportan al cumplimiento del objetivo principal del estudio.

En cuanto al componente cualitativo, las entrevistas fueron analizadas mediante un enfoque de análisis temático, utilizando el software MAXQDA. La codificación se realizó inicialmente desde un enfoque deductivo, tomando como base las dimensiones teóricas del modelo TPACK.

Aunque este estudio se enfocó en el conocimiento TPACK para el uso pedagógico de dispositivos móviles, sus hallazgos pueden extenderse a contextos de aprendizaje ubicuo. Este enfoque, facilitado por la portabilidad y conectividad de estos dispositivos, constituye la base de escenarios emergentes como el metaverso, donde el modelo TPACK sigue siendo clave para la preparación docente.

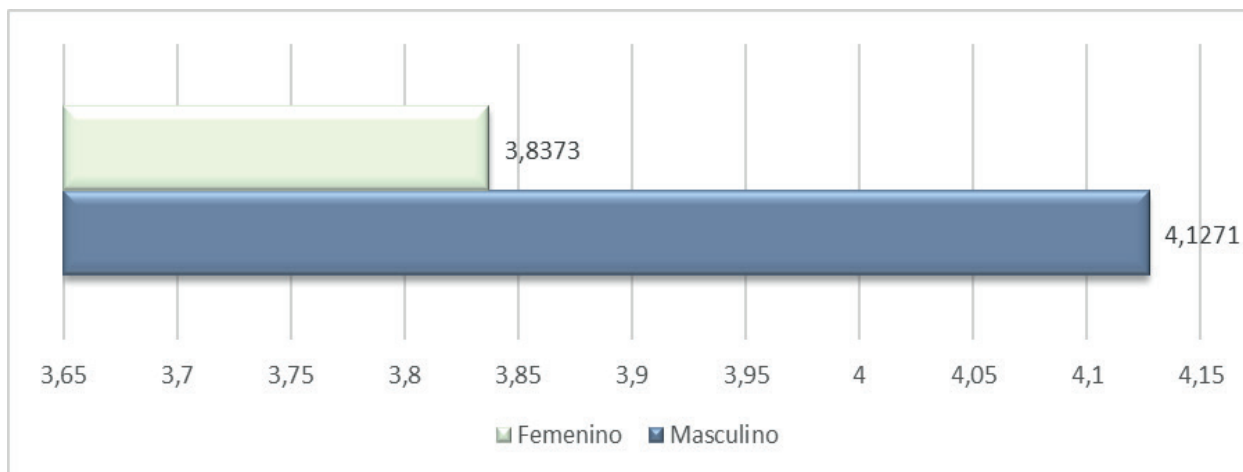
## RESULTADOS

La triangulación de datos cuantitativos y cualitativos permitió describir el nivel de conocimiento TPACK del profesorado y explorar los factores que inciden en su desarrollo, según las percepciones de los directores escolares. Esta combinación metodológica ofreció una visión más integral del fenómeno estudiado. A continuación, se presentan los principales hallazgos organizados por tipo de datos.

### Resultados cuantitativos sobre el conocimiento TPACK del profesorado

Esta sección presenta los resultados del cuestionario aplicado a 354 docentes de educación secundaria, orientado a evaluar su nivel de conocimiento TPACK. Se utilizaron análisis descriptivos (medias, desviaciones estándar, frecuencias y porcentajes) para caracterizar el nivel general de conocimiento, así como pruebas inferenciales (t de Student y ANOVA) para explorar diferencias según variables personales y contextuales (sexo, edad, nivel académico, zona geográfica, años de servicio, capacitación en TIC y apoyo institucional). Estos hallazgos permiten comprender no solo el nivel de conocimiento TPACK, sino también su variabilidad en función de condiciones relevantes para el uso pedagógico de tecnologías móviles.

De acuerdo con la escala utilizada y las respuestas de los 354 docentes encuestados, en su única dimensión, la variable Conocimiento obtuvo un promedio global de 3,95, lo que lo ubica en un nivel moderadamente alto.



Fuente: cuestionario aplicado a los docentes de los centros educativos de Educación Secundaria de la regional 08

Figura 3. Medias en la dimensión Conocimiento tecnológico de los docentes por sexo del profesorado

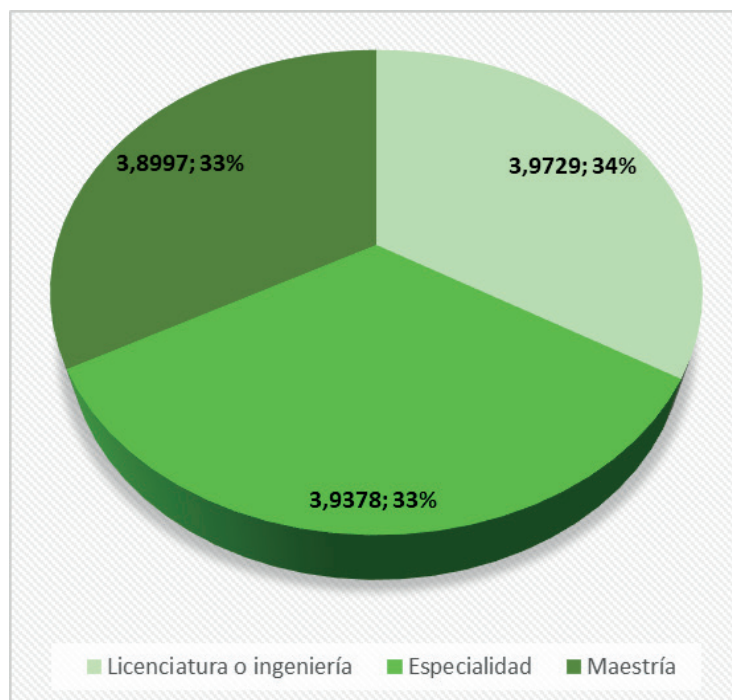
Para analizar posibles diferencias en función del sexo, se realizó la prueba t para muestras independientes, comparando los puntajes obtenidos en la escala de Conocimiento en su única dimensión. Los resultados, representados en la figura 3, indicaron una diferencia estadísticamente significativa ( $t(352) = 3,369$ ,  $p = 0,001$ ), con un tamaño del efecto pequeño ( $d = 0,37$ ) y una potencia de la prueba baja ( $1 - \beta = 0,574$ ). Estas diferencias indican que los docentes de sexo masculino obtuvieron puntuaciones más altas en comparación con sus colegas de sexo femenino, lo que implica un mayor nivel de conocimiento tecnológico según el modelo TPACK.

En cuanto al grupo etario, el ANOVA mostró una diferencia estadísticamente significativa,  $F(7346) = 2,791$ ,  $p = 0,008$ , con un tamaño del efecto pequeño ( $f = 0,1881$ ). Las comparaciones múltiples, aplicando la corrección Bonferroni, revelaron que los participantes con edades entre 30 y 34 años obtuvieron medias ligeramente más altas en comparación con aquellos de 35 a 39 años, lo que indica un mayor conocimiento TPACK para la integración de la tecnología. Estos resultados se presentan en la tabla 2.

| Tabla 2. Descriptivas en la dimensión Conocimiento tecnológico de los docentes (TPACK) por edad de los docentes |     |                 |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------|---------------------|
| Edades                                                                                                          | N   | Usos académicos |                     |
|                                                                                                                 |     | Media           | Desviación estándar |
| Menos de 25 años                                                                                                | 4   | 4,0263          | 0,34513             |
| De 25 a 29 años                                                                                                 | 65  | 4,1498          | 0,65203             |
| De 30 a 34 años                                                                                                 | 54  | 4,2456          | 0,51507             |
| De 35 a 39 años                                                                                                 | 81  | 3,7953          | 1,00497             |
| De 40 a 44 años                                                                                                 | 84  | 3,8221          | 0,70966             |
| De 45 a 49 años                                                                                                 | 25  | 3,9305          | 0,78885             |
| De 50 a 54 años                                                                                                 | 30  | 3,7386          | 1,00761             |
| 55 años o más                                                                                                   | 11  | 3,9569          | 0,62666             |
| Total                                                                                                           | 354 | 3,9478          | 0,79753             |

**Fuente:** cuestionario aplicado a los docentes de los centros educativos de Educación Secundaria de la regional 08

De manera contrastante, el análisis de varianza (ANOVA) realizado sobre el nivel académico no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes niveles,  $F(2351) = 0,323$ ,  $p = 0,725$  (figura 4). Por lo que se concluye que no existen diferencias significativas en el conocimiento de los docentes (TPACK) en función de su nivel académico.



**Fuente:** cuestionario aplicado a los docentes de los centros educativos de Educación Secundaria de la regional 08

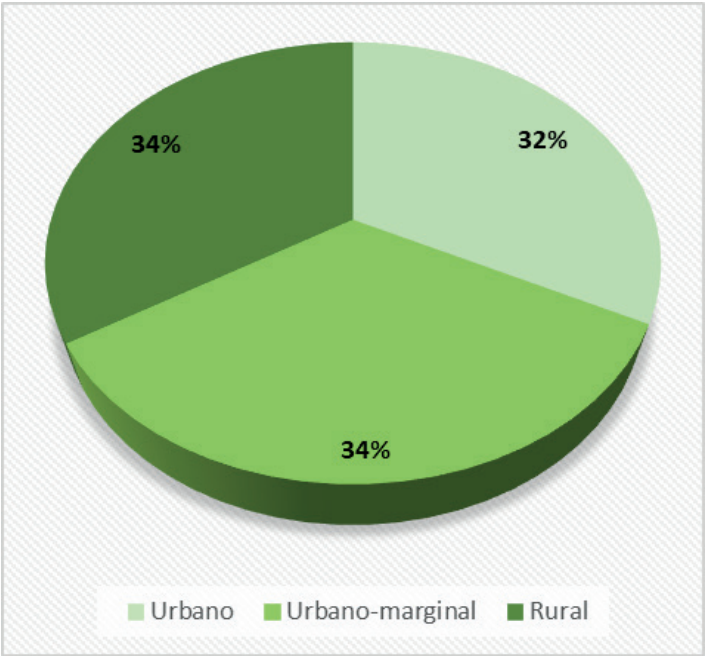
**Figura 4.** Descriptivas en la dimensión Conocimiento tecnológico (TPACK) según el nivel académico de los docentes

A diferencia del nivel académico, el ANOVA sobre los años en servicio de los docentes mostró significación estadística,  $F(6347) = 3,013$ ,  $p = 0,007$ , con un tamaño del efecto mediano ( $f = 0,185$ ). Las diferencias identificadas en las comparaciones múltiples, con la corrección Bonferroni, indican que los participantes con menos de 5 años en servicio mostraron medias medianamente más altas que los de 20 a 24, manifestando mayor conocimiento de la tecnología, tal y como se muestra en la tabla 3.

| Tabla 3. Descriptivas en la dimensión Conocimiento tecnológico (TPACK) por años en servicio de los docentes |     |                    |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------|---------------------|
| Años en servicio                                                                                            | N   | Conocimiento TPACK |                     |
|                                                                                                             |     | Media              | Desviación estándar |
| Menos de 5 años                                                                                             | 135 | 4,0912             | 0,61638             |
| De 5 a 9 años                                                                                               | 119 | 3,9828             | 0,83153             |
| De 10 a 14 años                                                                                             | 46  | 3,7025             | 1,12698             |
| De 15 a 19 años                                                                                             | 25  | 3,7600             | 0,84567             |
| De 20 a 24 años                                                                                             | 21  | 3,5038             | 0,56258             |
| De 25 a 29 años                                                                                             | 5   | 4,1474             | 0,16809             |
| 30 años o más                                                                                               | 3   | 4,2105             | 0,27348             |
| Total                                                                                                       | 354 | 3,9478             | 0,79753             |

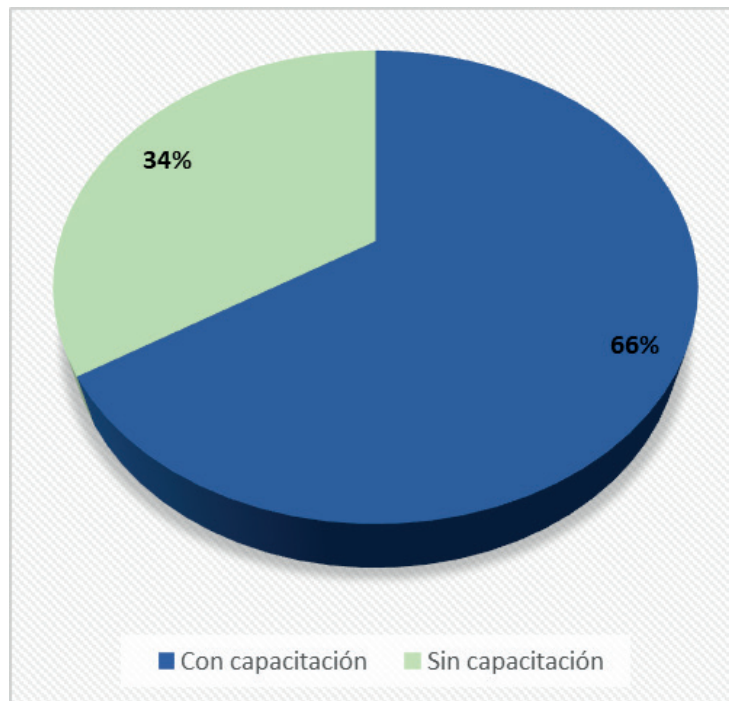
Fuente: cuestionario aplicado a los docentes de los centros educativos de Educación Secundaria de la regional 08

Por otro lado, el análisis de varianza ANOVA realizado sobre la ubicación del centro educativo no mostró diferencias estadísticamente significativas entre las distintas zonas  $F(2351) = 1,813$ ,  $p = 0,165$  (figura 5). Esto indica que la ubicación geográfica no constituye un factor diferenciador en el conocimiento TPACK del profesorado.



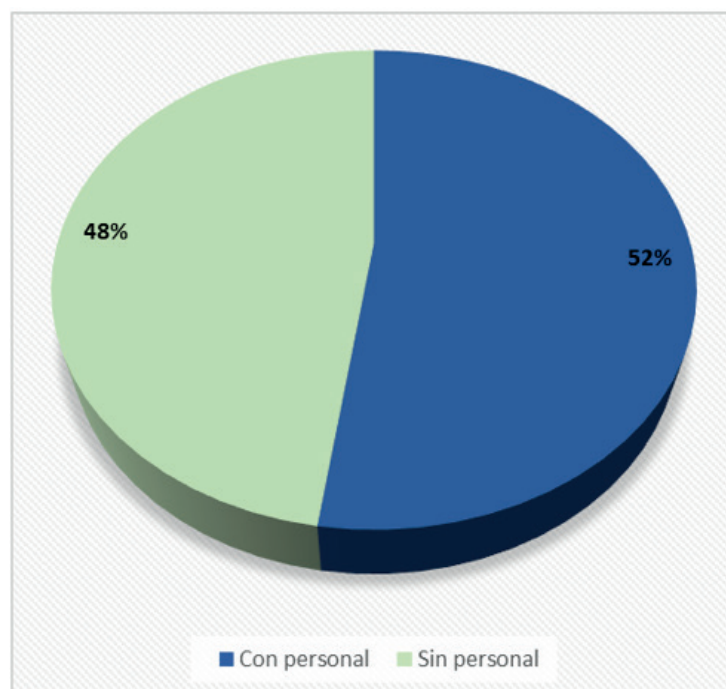
Fuente: cuestionario aplicado a los docentes de los centros educativos de Educación Secundaria de la regional 08  
**Figura 5.** Descriptivas en la variable Conocimiento tecnológico de los docentes (TPACK) por ubicación del centro educativo

Asimismo, para identificar posibles diferencias estadísticamente significativas en las medias de conocimiento (TPACK) entre docentes que han recibido capacitación en tecnología y aquellos que no la han recibido, se realizó una prueba t de muestras independientes, asumiendo varianzas iguales ( $F = 0,901$ ,  $P > 0,05$ ). Los resultados indican diferencias significativas entre ambos grupos, evidenciando que los docentes que han recibido capacitación presentan un mayor conocimiento tecnológico (TPACK) en comparación con quienes no han sido capacitados ( $t = 8,301$ ,  $gl = 352$ ,  $P < 0,000$ ), como se observa en la figura 6.



**Fuente:** cuestionario aplicado a los docentes de los centros educativos de Educación Secundaria de la regional 08  
**Figura 6.** Descriptivas en la dimensión Conocimiento tecnológico de los docentes (TPACK) según la capacitación en TIC recibida por los docentes

De manera similar, se examinó si la presencia de personal de apoyo en el centro educativo influía en el nivel de conocimiento tecnológico de los docentes. Para ello, se realizó una prueba t de muestras independientes, asumiendo varianzas iguales ( $F = 0,247$ ,  $p > 0,05$ ). Los resultados mostraron diferencias significativas ( $t = 2,871$ ,  $gl = 352$ ,  $p = 0,004$ ), con un tamaño del efecto mediano ( $d = 0,45$ ) y una potencia de la prueba adecuada ( $1 - \beta = 0,8889$ ). En este sentido, los docentes que contaban con personal de apoyo, como facilitadores del programa República Digital o dinamizadores TIC, presentaron un mayor conocimiento tecnológico en comparación con aquellos que no disponían de este recurso, como se ilustra en la figura 7.



**Fuente:** cuestionario aplicado a los docentes de los centros educativos de Educación Secundaria de la regional 08  
**Figura 7.** Descriptivas en la dimensión Conocimiento tecnológico de los docentes (TPACK) en función de la disponibilidad de personal en el centro educativo que apoya a los docentes en la integración de las TIC

### Resultados cualitativos: percepciones de los directores sobre el conocimiento TPACK de los docentes

Las entrevistas semiestructuradas realizadas a 26 directores escolares permitieron complementar los datos del cuestionario, aportando una visión institucional sobre el nivel de conocimiento TPACK del profesorado. A partir del análisis temático se identificaron cuatro subcategorías correspondientes a las dimensiones del modelo: conocimiento tecnológico (TK), conocimiento pedagógico (PK), conocimiento tecnológico del contenido (TCK) y conocimiento tecnológico pedagógico (TPK). Estas dimensiones fueron abordadas desde las vivencias y observaciones cotidianas de los directores en relación con sus docentes.

#### *Conocimiento tecnológico (TK)*

Los directores coincidieron en que muchos docentes manejan herramientas digitales, plataformas educativas y recursos tecnológicos con soltura. Atribuyen este nivel de conocimiento principalmente a los programas de formación impulsados por el Ministerio de Educación, como República Digital:

- “Los docentes han recibido capacitaciones en República Digital para usar herramientas tecnológicas” (Participante 26).
- “El Ministerio de Educación jugó muy bien su papel dando las capacitaciones necesarias a los docentes para hacer uso de las diferentes herramientas digitales que se utilizaron en las escuelas” (Participante 15).
- Además, destacaron que algunos docentes ya contaban con habilidades tecnológicas antes de las capacitaciones, lo que favoreció la colaboración entre pares:
  - “Algunos maestros con ciertas habilidades [...] trataron de fortalecer a su compañero en ese sentido” (Participante 23).
  - “Algunos docentes ya tenían conocimientos previos en tecnología, los cuales han aprovechado para apoyar y capacitar a sus compañeros” (Participante 21).

#### *Conocimiento pedagógico (PK)*

Respecto a las prácticas pedagógicas, los directores reconocen que existen docentes que aplican estrategias variadas y efectivas en sus clases, especialmente en áreas como Matemática y Ciencias Naturales:

- “En Matemática le es bueno porque hay maestros que explican y utilizan diferentes estrategias para explicar esos temas, al igual que en naturales” (Participante 3).

#### *Conocimiento tecnológico del contenido (TCK)*

Esta subcategoría refleja cómo los docentes combinan tecnología con los contenidos curriculares para facilitar la comprensión de los estudiantes. Un ejemplo concreto se observó en el área de Ciencias Naturales:

- “En Ciencias Naturales, se usan aplicaciones que permiten visualizar elementos microscópicos de forma interactiva” (Participante 5).

#### *Conocimiento tecnológico pedagógico (TPK)*

Los directores también señalaron que durante la pandemia se intensificó el uso pedagógico de la tecnología, gracias a programas de formación implementados a nivel nacional. Estas capacitaciones permitieron que el cuerpo docente desarrollara competencias clave para la enseñanza virtual:

- “Recibieron capacitación para el uso de los dispositivos, también de diferentes aplicaciones en el aula y cómo desarrollar algunas clases utilizando esas aplicaciones” (Participante 16).
- “En el tiempo de pandemia se trabajaron herramientas como Moodle, Classroom y Zoom para facilitar la educación” (Participante 22).
- “Sí, ellos recibieron una capacitación muy buena que fue en tiempo de pandemia, la cual desarrolló en los docentes las competencias tecnológicas para impartir docencia a distancia” (Participante 9).

Sin embargo, también se identificaron limitaciones persistentes. Uno de los directores comentó:

- “Sí, los docentes han tomado capacitaciones, pero yo entiendo que todavía están muy, muy atrasados en la parte digital” (Participante 14).

### DISCUSIÓN

Los resultados cuantitativos permitieron identificar diferencias significativas en el nivel de conocimiento TPACK de los docentes según variables como sexo, edad, años de servicio y acceso a capacitaciones. Estos hallazgos fueron complementados por los datos cualitativos obtenidos en las entrevistas, los cuales ofrecieron una mirada más contextualizada sobre las condiciones institucionales que influyen en el desarrollo de estas competencias. La triangulación de ambos enfoques permitió una comprensión más integral del fenómeno.

El uso de dispositivos móviles en las aulas no solo representa una innovación tecnológica, sino una oportunidad real para transformar las prácticas docentes cuando se articula adecuadamente con el conocimiento TPACK.

La evidencia cualitativa muestra que, en muchos casos, su integración ha sido favorecida por la formación continua y el trabajo colaborativo.

El TPACK ha resultado efectivo para evaluar y desarrollar competencias tecnológicas en docentes de educación secundaria.

Los resultados muestran que los docentes obtuvieron un promedio que ubica su conocimiento TPACK en un nivel alto. Esto sugiere que pueden adaptar su enseñanza a contextos tecnológicos diversos y evaluar críticamente las herramientas digitales antes de aplicarlas. Sin embargo, como señalan Schmid et al.<sup>(16)</sup>, este conocimiento aún no se ha consolidado plenamente debido a la limitada experiencia práctica. Algunos docentes y directores destacaron que el conocimiento tecnológico ha sido fortalecido por programas de capacitación y apoyo entre colegas.

Aunque el puntaje de conocimiento TPACK de los docentes es alto, aún no es perfecto,<sup>(5)</sup> algunas variables están influyendo al respecto, como se explica a continuación. Estadísticamente, no hay una variación relevante en los niveles de conocimiento TPACK entre docentes con diferentes grados académicos (por ejemplo, licenciatura, maestría o doctorado). Estos resultados contradicen los presentados por Shiri et al.<sup>(29)</sup> quienes concluyeron en un estudio que un mayor nivel académico está asociado con mayor nivel de conocimiento TPACK.

Los docentes de sexo masculinos tienen, en promedio, un mayor nivel de conocimiento que los femeninos. Estos resultados guardan coherencia con los de un estudio realizado por Gómez-Trigueros et al.<sup>(28)</sup> quienes muestran diferencias significativas entre hombres y mujeres en todos los componentes del TPACK, con los hombres mostrando mayores puntuaciones. Estas diferencias reflejan una brecha de género persistente en la formación docente en competencias digitales.

Los docentes de 30 a 34 años muestran un nivel ligeramente superior de conocimiento TPACK en comparación con los de 35 a 39 años, aunque con un tamaño del efecto pequeño, por lo que los resultados deben interpretarse con cautela. Esta diferencia podría deberse a una formación más reciente y alineada con tecnologías emergentes, así como a una mayor exposición personal y profesional a dichas herramientas. Asimismo, se identificó una diferencia moderada en el conocimiento tecnológico entre docentes con menos de 5 años de servicio y aquellos con 20 a 24 años de experiencia, siendo los primeros quienes presentan niveles más altos. Esto implica que la formación inicial más reciente favorece una mejor integración de las tecnologías, mientras que los docentes con más trayectoria dependen en mayor medida de su aprendizaje continuo.

Los docentes que han participado en capacitaciones muestran un mayor nivel de conocimiento TPACK en comparación con aquellos que no lo han hecho, por lo que es importante la formación continua para fortalecer sus competencias tecnológicas, pedagógicas y de contenido, como lo plantean diferentes investigadores.<sup>(15,25,26,30,32)</sup> Los docentes que han recibido formación específica están más preparados para integrar tecnología, pedagogía y contenido en sus prácticas educativas.<sup>(31)</sup> El conocimiento TPACK puede fomentarse significativamente mediante capacitación continua.

Este hallazgo cuantitativo se ve respaldado por las percepciones de los directores escolares entrevistados, quienes coincidieron en que muchos docentes han fortalecido su conocimiento tecnológico gracias a programas de formación como República Digital y al apoyo entre colegas. Estas observaciones cualitativas ayudan a contextualizar los puntajes obtenidos en el cuestionario y evidencian cómo el conocimiento TPACK se construye también desde lo institucional y lo colaborativo.

En las entrevistas realizadas a directores expresaron que la mayoría de las capacitaciones en tecnología educativa ofrecidas desde el Ministerio de Educación se realizaron en tiempos de la pandemia. Es de entenderse que ha pasado mucho tiempo, por lo que se hace necesario la implementación de nuevos proyectos de capacitación continua en tecnología para los docentes.

De la misma manera, las informaciones del cuestionario arrojaron que el apoyo proporcionado por personal especializado tiene un impacto moderado pero significativo en el conocimiento TPACK de los docentes, lo que está respaldado por una prueba estadísticamente robusta. Estas informaciones guardan coherencia con las de un estudio realizado por Maipita et al.<sup>(33)</sup> quienes encontraron que, además del TPACK, se necesita el apoyo institucional para poder hacer una buena integración de las tecnologías.

Es de suma importancia que el Estado dominicano invierta en personal de apoyo como una estrategia clave para fortalecer la integración tecnológica en la enseñanza y mejorar el desempeño docente en el contexto educativo actual. Con un personal de apoyo para la integración de las tecnologías los docentes reciben orientación sobre cómo usar herramientas tecnológicas en el aula y cómo integrarlas en su planificación pedagógica. Como expresan los directores en las entrevistas, ese personal proporciona formación puntual y personalizada para el uso de herramientas tecnológicas y metodologías innovadoras. Además, ayuda a solucionar problemas técnicos rápidamente, reduciendo las barreras para usar la tecnología. Este apoyo puede mejorar la confianza de los docentes al usar tecnología y fomentar una actitud más positiva hacia su integración.

A medida que los entornos educativos se transforman hacia modelos más interactivos, inmersivos y digitalizados, el aprendizaje móvil representa una puerta de entrada clave a nuevas formas de enseñanza. Este estudio plantea que el desarrollo del conocimiento TPACK no solo fortalece la integración de los dispositivos

móviles en el aula, sino que también sienta las bases para futuras incorporaciones de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, la realidad aumentada y los ecosistemas inmersivos propios del metaverso. Estas tecnologías, al igual que los dispositivos móviles, requieren de un docente con competencias integradas en tecnología, pedagogía y contenido. El modelo TPACK, en este sentido, puede convertirse en una herramienta de transición para el profesorado que se prepara para diseñar experiencias de aprendizaje en entornos virtuales tridimensionales, con avatares, simulaciones, inteligencia adaptativa y colaboración sincrónica.

Invertir en la formación TPACK del profesorado no solo responde a necesidades actuales, sino que también se proyecta como una estrategia fundamental para avanzar hacia una educación conectada con el metaverso educativo, donde el aprendizaje será cada vez más ubicuo, personalizado, interactivo y multimodal.

En síntesis, el presente estudio revela que los docentes de educación secundaria poseen un nivel moderadamente alto de conocimiento TPACK, lo que constituye una base sólida para la integración pedagógica de los dispositivos móviles en el aula. Sin embargo, variables como el sexo, la edad, los años de servicio, la capacitación y el apoyo institucional influyen significativamente en el desarrollo de estas competencias. Estos hallazgos evidencian la necesidad de implementar programas de formación continua, diferenciada y contextualizada, así como fortalecer el acompañamiento técnico en los centros educativos. Se recomienda que futuras investigaciones profundicen en cómo estas dimensiones del conocimiento TPACK se manifiestan en la práctica docente y cómo evolucionan con el tiempo y el avance tecnológico.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Qazi A, Qazi J, Naseer K, Hasan N, Hardaker G, Bao D. M-Learning in education during COVID-19: A systematic review of sentiment, challenges, and opportunities. Vol. 10, Heliyon. Elsevier Ltd; 2024.
2. Adewumi OE, Asino TI, Jha K. Preparedness of Preservice and In-service Teachers' Towards the Use of Mobile Devices in Nigeria. Vol. 19, International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT). 2023.
3. Amendaño-Guarquila RE, Guevara-Vizcaíno CF. M-learning la educación a través de pantallas a los jóvenes en confinamiento. EPISTEME KOINONIA. 2021 Jul 1;4(8):308.
4. Heath MK, Moore S. Locating TPACK XK between theory and practice: Reflective practice, applied ethics, and technoskeptical dispositions. Computers and Education Open. 2024 Dec 1;7:100204.
5. Shambare B, Simuja C. Mapping TPACK Competency among Life Sciences Teachers in Rural and Marginalised Secondary Schools: A Descriptive Analysis. International Journal of Technology in Education and Science [Internet]. 2024 Nov 6;8(4):522-41. Available from: <https://www.ijtes.net/index.php/ijtes/article/view/573>
6. Mishra, Punya & Koehler M. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. 2006;118:1017-54.
7. Shulman LS. Those who understand: Knowledge growth in teaching. Educational Research. 1986;15(2):4-14.
8. Scherer R, Tondeur J, Siddiq F, Baran E. The importance of attitudes toward technology for pre-service teachers' technological, pedagogical, and content knowledge: Comparing structural equation modeling approaches. Comput Human Behav. 2018;80:67-80.
9. Guzmán González JR, Vesga Bravo GJ. TPACK in In-service Secondary Education Teachers: A Systematic Review of the Literature. International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology. 2023 Oct 23;12(1):282-96.
10. Bachy S. TPDK, a New Definition of the TPACK Model for a University Setting. European Journal of Open, Distance and E-Learning. 2014;17(2):15-39.
11. Can B, Erokten S, Bahtiyar A. An Investigation of Pre-Service Science Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge. European Journal of Educational Research. 2017;6(1):51-7.
12. Lambert M, Mäkitalo K. TPACK updated to measure pre-service teachers' twenty-first century skills. Australasian Journal of Educational Technology. 2017;33(3):15-31.

13. Schmidt D, Baran E, Thompson A, Mishra P, Koehler M, Shin T. Technological pedagogical content knowledge (TPACK): The development and validation of an assessment instrument for preservice Teachers. *Journal of Research on Technology in Education*. 2009;42(2):123-49.
14. Bernacki ML, Greene JA, Crompton H. Mobile technology, learning, and achievement: Advances in understanding and measuring the role of mobile technology in education. *Contemp Educ Psychol*. 2020;60(November 2019).
15. AKUN JCA, MOHAMAD FS. Technological pedagogical content knowledge (tpack) and the teaching of science: Determiners for professional development. *Estudios de Economia Aplicada*. 2021;39(1).
16. Schmid M, Brianza E, Petko D. Self-reported technological pedagogical content knowledge (TPACK) of pre-service teachers in relation to digital technology use in lesson plans. *Comput Human Behav [Internet]*. 2021;115(May 2020):106586. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106586>
17. Petko D, Koehler MJ, Mishra P. Placing TPACK in context: Looking at the big picture. *Computers and Education Open*. 2024 Dec 1;7:100236.
18. McDougall T, Phillips M. Contextual considerations in TPACK: Collaborative processes in initial teacher education. *Computers and Education Open*. 2024 Dec 1;7:100207.
19. Petko D, Mishra P, Koehler MJ. TPACK in context: An updated model. *Computers and Education Open*. 2025 Jun 1;8:100244.
20. Kosiol T, Ufer S. Teachers' self-reported and actual content-related TPACK - new results on their relation and gender differences. *Computers and Education Open*. 2024 Dec 1;7:100205.
21. Hervás-Torres M, Bellido-González M, Soto-Solier PM. Digital competences of university students after face-to-face and remote teaching: Video-animations digital create content. *Heliyon*. 2024 Jun 15;10(11):e32589.
22. Mohammadpour E, Maroofi Y. The disparity between performance-based and self-reported measures of TPACK: Implications for teacher education and professional development. *Computers in Human Behavior Reports [Internet]*. 2025 Mar 1 [cited 2025 Jan 29];17:100554. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2451958824001878>
23. Schmid M, Brianza E, Mok SY, Petko D. Running in circles: A systematic review of reviews on technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Comput Educ*. 2024 Jun 1;214:105024.
24. Lohr A, Sailer M, Stadler M, Fischer F. Digital learning in schools: Which skills do teachers need, and who should bring their own devices? *Teach Teach Educ*. 2024 Dec 1;152:104788.
25. Kartimi, Gloria RY, Anugrah IR. Chemistry online distance learning during the covid-19 outbreak: Do tpack and teachers' attitude matter? *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 2021 Jun 1;10(2):228-40.
26. Tiba C, Condry J. Newly qualified teachers' integration of technology during curriculum delivery. *International Journal of Education and Practice*. 2021;9(2):297-309.
27. Tschönhens F, Backfisch I, Fütterer T, Lachner A. TPACK in action: Contextual effects of pre-service and in-service teachers' knowledge structures for technology integration. *Computers and Education Open*. 2024 Dec 1;7:100219.
28. Gómez-Trigueros IM, De Aldecoa CY. The digital gender gap in teacher education: The TPACK framework for the 21st century. *Eur J Investig Health Psychol Educ*. 2021 Dec 1;11(4):1333-49.
29. Shiri M, Baigutov K. Exploring the influence of teachers' academic rank in advancing inclination to TPACK in art education: Case study: Faculty of Arts, Department of Art Education, Abai Kazakh National Pedagogical University, Kazakhstan. *Social Sciences & Humanities Open*. 2025 Jan 1;11:101252.
30. Juanda A, Shidiq AS, Nasrudin D. Teacher learning management: Investigating biology teachers' tpack

to conduct learning during the covid-19 outbreak. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 2021 Mar 1;10(1):48-59.

31. Drajiati NA, So HJ, Rakerda H, Maret MINS, Sulistyawati H. Exploring the Impact of TPACK-based Teacher Professional Development (TPD) Program on EFL Teachers' TPACK Confidence and Beliefs. *Journal of Asia TEFL*. 2023 Jun 1;20(2):300-15.

32. Wu YT, Chai CS, Wang LJ. Exploring secondary school teachers' TPACK for video-based flipped learning: the role of pedagogical beliefs. *Educ Inf Technol (Dordr)*. 2022 Jul 1;27(6):8793-819.

33. Maipita I, Dongoran FR, Syah DH, Sagala GH. TPACK, ORGANIZATIONAL SUPPORT, AND TECHNOSTRESS IN EXPLAINING TEACHER PERFORMANCE DURING FULLY ONLINE LEARNING. *Journal of Information Technology Education: Research*. 2023;22:41-70.

34. Garcia-Cabot A, de-Marcos L, Garcia-Lopez E. An empirical study on m-learning adaptation: Learning performance and learning contexts. *Comput Educ [Internet]*. 2015 Mar 1 [cited 2018 May 30];82:450-9. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036013151400284X>

35. Bano M, Zowghi D, Kearney M, Schuck S, Aubusson P. Mobile learning for science and mathematics school education: A systematic review of empirical evidence. *Comput Educ [Internet]*. 2018 Jun 1 [cited 2018 May 30];121:30-58. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131518300381>

36. Matienzo R. The perceptions of professors on mobile learning in higher education. *Educación Superior*. 2020;VII(2):38-48.

37. Mohiuddin K, Fatima H, Khan MA, Khaleel MA, Nasr OA, Shahwar S. Mobile learning evolution and emerging computing paradigms: An edge-based cloud architecture for reduced latencies and quick response time. *Array*. 2022 Dec 1;16.

38. Romero Ramos O, Fernández Rodríguez E, López Fernández I, Merino Marbán R, Benítez Porres J. The impact of the M-learning methodology on university students. *J Technol Sci Educ*. 2022 Feb 11;12(1):121.

39. Adams S, Cummins M, Davis A, Freeman A, Hall C, Ananthanarayanan V. NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition. Austin, Texas: The New Media Consortium; 2017.

40. Elfeky A, Masadeh T. The Effect of Mobile Learning on Students' Achievement and Conversational Skills. *International Journal of Higher Education*. 2016;5(3):20-31.

## FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

## CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

*Curación de datos:* Dilenia A. Marte Marte.

*Metodología:* Dilenia A. Marte Marte.

*Software:* Dilenia A. Marte Marte.

*Redacción - borrador original:* Dilenia A. Marte Marte.

*Redacción - corrección y edición:* Dilenia A. Marte Marte.