

## ¿Cómo citar el artículo?

Padilla Escorcía, I. A. y Conde-Carmona, R. J. (mayo-agosto, 2020). Uso y formación en TIC en profesores de matemáticas: un análisis cualitativo. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (60), 116-136. <https://www.doi.org/10.35575/rvucn.n60a7>

### | Uso y formación en TIC en profesores de matemáticas: un análisis cualitativo

*Use and training in ICT in mathematics teachers: a qualitative analysis*

**Iván Andrés Padilla Escorcía**

Maestrante en Educación  
Universidad del Norte  
Barranquilla, Colombia  
iapadilla@uninorte.edu.co  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1210-3712>

**Robinson Junior Conde-Carmona**

Doctorando en Educación Matemática  
Universidad de la Costa –CUC–  
Barranquilla, Colombia  
rconde@cuc.edu.co  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7421-1754>

**Recibido:** 15 de octubre de 2019    **Evaluado:** 14 de marzo de 2020    **Aprobado:** 27 de abril de 2020

**Tipo de artículo:** Investigación Científica y Tecnológica.

---

## | Resumen

Una de las competencias que más se exige al profesorado, por parte del Ministerio de Educación Nacional –MEN–, es el uso de las tecnologías de la información y la comunicación –TIC–. Acorde con esto, la presente investigación centró su atención en caracterizar la formación en TIC de profesores de matemáticas de instituciones educativas del Distrito de Barranquilla, y la influencia de las mismas en sus prácticas pedagógicas. Para esto se aplicaron técnicas como: encuestas, observaciones no participantes y grupos focales a 23 profesores, con la finalidad de recolectar información sobre el conocimiento de las TIC, la frecuencia de uso y el tipo de aplicación. Se encontró como principal hallazgo las limitantes en cuanto al conocimiento tecnológico de los profesores para la enseñanza de las matemáticas y la desarticulación de esta competencia con las prácticas pedagógicas. Se concluyó que los profesores cuentan con estas deficiencias, ya que en los programas de los cuales egresan no se profundiza ni se integra, con suficiencia, la tecnología en su futura práctica profesional. Finalmente, se proponen una serie de competencias con las que debe contar todo profesor, al enseñar matemática, utilizando las TIC.

**Palabras claves:** Educación matemática; Enseñanza de las matemáticas; Formación de profesores; Profesor de matemática; TIC.

## | Abstract

One of the skills that is most demanded of teachers by the Ministry of National Education -MEN- is the use of information and communication technologies -ICT. In accordance with this, the present investigation focused on characterizing the ICT training of mathematics teachers from educational institutions in the Barranquilla District, and their influence on their pedagogical practices. For this, techniques such as: surveys, non-participant observations and focus groups were applied to 23 teachers, with the proposal of collecting information on ICT knowledge, frequency of use and type of application. The main findings were the limitations regarding the technological knowledge of teachers for teaching mathematics and the disarticulation of this competence with pedagogical practices. It was concluded that teachers have these deficiencies, since the programs from which they graduate do not deepen or adequately integrate technology into their future professional practice. Finally, a series of competences are proposed, which every teacher must have, when teaching mathematics, using ICT.

**Keywords:** Mathematics education; Mathematics teaching; Teacher Training; Mathematics teacher; ICT.

## | Introducción

Actualmente la tecnología se ha convertido en una realidad social; su relevancia ha sido tan significativa en el campo educativo, que no utilizarla en este contexto sería inequívocamente un error. Por tal motivo, diversas organizaciones han puesto la inserción de la tecnología dentro de sus estructuras e ideales; sin embargo, es en el contexto educativo donde ha tomado más importancia, en cuanto a que los profesores hagan uso de la misma, de manera asertiva. Así las cosas, Hernández, Gamboa y Ayala (2014) señalan que la tecnología contribuye en la formación de profesores competentes, a nivel social y personal, y acorde a las exigencias del mundo actual; no obstante, siendo esta la era digital, es claro que el tipo de estudiantes de hoy no tienen similitudes con aquellos de décadas pasadas; es por ello que sus principales expectativas están alineadas a estímulos y motivaciones que los profesores generen (Chalela, Valencia, Bermúdez y Ortega, 2016).

Como atención a lo anterior, las escuelas han realizado innumerables esfuerzos por implementar las TIC, como herramientas que fomenten el aprendizaje, mediante espacios educativos que sean de interés por parte del estudiantado, en tanto proporcionan nuevos estilos de aprendizaje que se alejan de la enseñanza tradicional en las escuelas. De igual manera, permiten mejores vías de acceso a la comunicación, además de interacciones con fuentes de conocimiento, de forma directa, entre estudiantes y profesores (Conde-Carmona, 2019; Prieto, Bermón y Ramírez, 2019).

Ahora, existen algunos factores a tener en cuenta para llevar a cabo la inserción de las TIC en la educación; dentro de estos se destaca la preparación, formación y conocimiento que deben tener los profesores, en relación con las herramientas de tipo tecnológico, para su respectiva incorporación en el aula. Por tal motivo, un compromiso que debe ser asumido con responsabi-

lidad en la educación, es acompañar al profesor en la formación inicial y en ejercicio (Valbuena, Conde y Ortiz, 2018), teniendo en cuenta que un educador preparado está en la capacidad de fortalecer y potenciar las habilidades del alumnado, de acuerdo a sus intereses particulares. Además, según se evidencia en el estudio realizado por Padilla, Valbuena y Rodríguez (2018), las estrategias utilizadas por los profesores son fundamentales en la enseñanza de las matemáticas, para que los conocimientos de los estudiantes no se estanquen debido a bajas motivaciones; así, es evidente la necesidad de la formación TIC por parte del profesor, ya que estas se están convirtiendo en el eje central de las políticas educativas en las naciones (Almerich, Suárez, Jornet y Orellana, 2011; Padilla-Hernández, Gámiz-Sánchez y Romero-López, 2019).

Así mismo, es importante recalcar que organizaciones internacionales como la Unesco (2004, como se citó en León et al., 2014), aseguran que las TIC promueven la transformación del profesor, puesto que, a través del uso de ellas, este asume roles secundarios, en los cuales, a través de actividades interactivas los estudiantes desarrollan su propio aprendizaje.

Ahora bien, algunos avances investigativos se han llevado a cabo en educación matemática; por ejemplo, en el estudio de Cullen, Hertel & Nickels (2020) hay aportes sobre el uso de la tecnología en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, desde cuatro componentes que hacen efectiva esta herramienta: i) *promoción de ciclos de prueba*, permite explorar fenómenos matemáticos, generar hipótesis o conjeturas basadas en la exploración, y finalmente probarlas, siendo la calculadora una herramienta tecnológica que, si es bien utilizada o instruida por parte del profesor en el aula, permitiría comprobar el tipo de situaciones mencionadas, más allá de verla que como instrumento resolutivo inmediato por parte del estudiantado; ii) *generación de representaciones matemáticas*, consiste en crear múltiples representaciones gráficas, de manera dinámica y mediante el uso de la computadora, como medio para que los estudiantes interactúen con varias formas de plasmar una situación matemática; iii) *razonamiento*, permite generar, recopilar, organizar, representar y analizar datos, mediante herramientas de Google o software estadísticos, como medios de fácil acceso que permitan la solución de un problema matemático; y iv) *como un alumno*, consiste en que el profesor aprenda de los distintos recursos tecnológicos que tiene a su disposición (computadora, software y programas office), y a partir de esto pueda construir sus propios recursos, afines a la enseñanza de cada uno de los contenidos de la matemática.

De igual manera, los componentes mencionados, además de evidenciar que el uso de las TIC es eficaz en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, también reflejan la relevancia e importancia de que los profesores tengan suficiente conocimiento para hacer efectivas estas herramientas; es por eso que en el estudio de Stein, Gurevich & Gorev (2020) se instruye acerca de cuán beneficioso es que los profesores de matemáticas tengan dominio de herramientas digitales, tales como: (i) *software dinámicos*, dentro de estos se incluye Geogebra, el cual permite a los estudiantes un entorno interactivo y una oportunidad para explorar objetos matemáticos y validar sus hipótesis y soluciones, además del software Derive, el cual es muy utilizado en la geometría y el álgebra; cabe destacar que muchos de estos software son de vía libre en internet. (ii) *Applets*, son otro tipo de software disponibles en la web y con carácter interactivo que permiten resolver problemas matemáticos específicos, y verificar, de manera gráfica y dinámica, su solución; asimismo, permiten a los estudiantes analizar objetos matemáticos y establecer relaciones abstractas y concretas, de manera que estas últimas sean significativas. (iii) *Hojas de cálculo*, permiten la comprensión correcta de conceptos abstractos, bien sea de tipo geométrico, numérico o algebraico, facilitando la variedad de estilos de aprendizaje en el estudiante, orientados al descubrimiento activo y centrado, dado su facilidad de interacción.

Sin embargo, a pesar de que los estudios realizados por Stein et al. (2020) y Cullen et al. (2020) enmarcan la necesidad de que los profesores de matemáticas estén formados en las competencias TIC, esto no se evidencia eficazmente en Colombia, según un estudio realizado en el año 2014, en el cual se muestra la organización de los currículos de los 25 programas que forman profesores de matemáticas, a nivel de básica primaria, secundaria o media; así las cosas, según este estudio de León et al. (2014), en promedio, el 39.07% de las asignaturas que conforman el pensum de los programas corresponde a formación matemática, 21.47% a saberes profesionales, 11.66% a formación didáctica, 10.97% a formación pedagógica, 5.48% a la práctica, 5.40% a formación en investigación, 4.94% a formación tecnológica (TIC) y 1.01% al componente de diversidad. Lo anterior, es evidencia de que las implementaciones de las TIC no están siendo atendidas, con el rigor que estas requieren, en los programas de formación de profesores de matemáticas, lo que es preocupante si se considera que estos, en el contexto nacional, están egresando con niveles básicos en cuanto al uso de tecnologías en el aula.

En este orden de ideas, es común encontrar en los salones de clase que los profesores de matemáticas solo se limitan a utilizar las TIC como medio de información y comunicación (Tapia, Navarro y De la Serna, 2017); además, usualmente en las escuelas no se efectúan proyectos, actividades, tareas y unidades didácticas interactivas, en las que los contenidos de matemáticas sean llevados al plano tecnológico, lo cual ocurre porque el profesorado no ajusta su planeación acorde a un objetivo específico que incluya las TIC como elemento trascendental, significativo y flexible (Lucumi y González, 2015); es decir, que busque fortalecer los procesos de enseñanza en los educandos a través del trabajo cooperativo, individualista y de autoaprendizaje.

En ese sentido, este trabajo investigativo se aborda a partir de la formación en TIC con la que cuentan los profesores de matemáticas, quienes trabajan en colegios del Distrito de Barranquilla. En esta se consideran varios aspectos, como: ¿qué tan eficiente es la implementación de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje del alumnado?, ¿cuán cualificados están los profesores de matemáticas para usar herramientas tecnológicas en el salón de clase?; preguntas que, de acuerdo a Valbuena, Conde y Padilla (2018a), deben responderse validando el rol del profesor en el salón de clase, como guía de sus estudiantes, y a partir de sus conocimientos.

A causa de las premisas anteriores, esta investigación tiene como objetivo caracterizar la formación en tecnologías de la información y comunicación de profesores de matemáticas de colegios del Distrito de Barranquilla, y su influencia en las prácticas pedagógicas.

## **| Marco Teórico**

Las TIC se entienden como herramientas de gestión del conocimiento que facilitan la comunicación global, fortalecen las oportunidades de aprendizaje y facilitan el intercambio de la información. En relación con lo establecido por el MEN (2013), son componentes educativos que mejoran los procesos de enseñanza y aprendizaje, debido a la implementación de metodologías de enseñanza, generadoras de disfrute, en las tareas por parte de los educandos (Tangarife, 2018).

Además, el MEN (2013) describe cuatro competencias TIC con las que debe contar todo profesor en sus prácticas educativas: i) *Competencia tecnológica*, es la capacidad del profesor para utilizar, de forma eficaz, herramientas tecnológicas que faciliten conexiones entre educandos, profesores, investigadores y demás miembros de la comunidad. ii) *Competencia pedagógica*, es el conocimiento que construyen los profesores en el momento en que la comunidad investiga el sentido de lo que hace, es decir a partir de sus propias experiencias como profesor. iii) *Competencia educativa*, es la sistematización de distintos procesos que se llevan a cabo en las escuelas, como, por ejemplo: la planeación, organización de los recursos, recolección de las evidencias y la evaluación de lo planificado. Y iv) *la competencia investigativa*, consiste en la generación de nuevo conocimiento, la cual puede darse de manera reflexiva al explorar las propias prácticas del profesorado, a través de la observación y la sistematización de las experiencias.

Ahora bien, de acuerdo a Unesco (2008) estas competencias TIC permiten que los profesores y estudiantes logren otras competencias digitales, como por ejemplo ser buscadores, analizadores y evaluadores de la información, solucionadores de problemas y con criterio para la toma de decisiones, creativos e innovadores, eficaces al utilizar herramientas de productividad, colaboradores y productores; lo que confirma la importancia y la eficacia de las TIC para promover cambios en las prácticas educativas. Además, según el Decreto 2566, expedido por el Ministerio de Educación Nacional en 2003, los centros educativos e instituciones, aparte de contar con profesionales especializados en el buen uso e implementación de las TIC en los salones de clase, deben a su vez contar con recursos educativos digitales, suficientes y adecuados para su debido uso, siendo indispensables ambas partes en el campo educativo (Mesa y Forero, 2016).

Así mismo, diferentes organismos internacionales y gubernamentales, y asociaciones de profesionales, han diseñado las competencias TIC de los profesores, con el propósito de integrar estas tecnologías en las escuelas y en las prácticas áulicas (Gamboa, Hernández y Prada, 2018). Esto es consecuente con que la reflexión de las prácticas pedagógicas de los profesores se ha convertido en eje fundamental en la ruptura de paradigmas, a los cuales estaban acostumbradas las escuelas, y que disgregan con el mundo actual. Lo anterior, porque de acuerdo con Valbuena, Conde y Padilla (2018b), dichas prácticas aportan elementos en la formación de los maestros, constituyendo un proceso que pretende consolidar avances considerables en la educación.

Continuando con referentes en el ámbito internacional, Koehler & Mishra, en el año 2005, propusieron un modelo denominado *Technological Pedagogical Content Knowledge* –TPACK– (en español, conocimiento del contenido tecnológico pedagógico), el cual incorpora interpretaciones de cómo se pueden representar los conceptos o contenidos usando la tecnología, mediante enfoques pedagógicos particulares; así mismo, reflexionar sobre los conocimientos que los profesores deben tener para incorporar las TIC, de forma eficiente, garantizando aprendizajes significativos y de impacto en sus estudiantes. De esta manera, la integración exitosa de la tecnología requiere que los educadores desarrollen nuevas formas de comprender sus prácticas, a través de tres componentes principales: contenido, pedagogía y tecnología, más las relaciones e interacciones entre ellos, a través de contextos diversos, representados como: PCK (conocimiento pedagógico del conocimiento), TCK (conocimiento tecnológico del contenido), TPK (conocimiento pedagógico tecnológico), TK (conocimiento tecnológico), PK (conocimiento

pedagógico), CK (conocimiento del contenido). Así las cosas, al ser la tecnología el principal interés de estudio de esta investigación, se centra la mirada en las tres categorías donde se evidencia la misma en las prácticas del profesorado (TK, TCK y TPK) (Koehler & Mishra, 2009; Mishra & Koehler, 2006; Saubern, Urbach, Koehler & Phillips, 2020).

De otro lado, autores como Koehler & Mishra (2009); Ortega (2020); Salas (2018); F. L. Morán, F. E. Morán y Albán (2017); Cabero, Roig y Mengual, 2017; Salas (2020); y Cabero, Marín y Castaño, 2015) definen, de la siguiente manera, los conceptos TK, TCK y TPK: *Conocimiento tecnológico del profesor* (TK) como el conocimiento del profesor acerca de las tecnologías, tradicionales o avanzadas, para desarrollar actividades profesionales en la enseñanza, por ejemplo el conocimiento de sistemas operativos y software, como procesadores de texto, wikis, hojas de cálculo, navegadores, correo electrónico o cualquiera de las herramientas ligadas a la web 2.0. *Conocimiento del contenido tecnológico* (TCK), se refiere al conocimiento del profesor para relacionar la tecnología y el contenido del área que enseñan de manera específica; por ejemplo, software como GeoGebra, Cabri, Geup 7 son utilizados en la enseñanza de las matemáticas en distintos niveles educativos, de acuerdo al interés y capacidad de su uso. *Conocimiento tecnológico pedagógico* (TPK), es el conocimiento del profesor para relacionar, de manera efectiva, diversas herramientas tecnológicas en los procesos de enseñanza y aprendizaje, a partir de la elaboración de estrategias pedagógicas que permiten aprovechar dichas herramientas o recursos tecnológicos al servicio de las escuelas y sus respectivos contextos.

De esta manera, el modelo TPACK se hace relevante en el contexto de la educación matemática, ya que permite establecer el conocimiento que el profesor debe tener, no solo desde lo pedagógico al enseñar distintos contenidos de matemáticas, sino cómo estos se llevan a cabo de manera efectiva utilizando las TIC. Por ejemplo, no es lo mismo utilizar el software GeoGebra en la enseñanza de las funciones trigonométricas que en la enseñanza de los números enteros, ya que en este último el software no cuenta con comandos para la adecuada interacción de la temática con el programa. Ante esto, es necesario que el profesor tenga la experticia para determinar qué software, sitio web o programa es efectivo en la enseñanza de cada tema en particular.

En ese orden de ideas, y teniendo en cuenta la perspectiva de la formación de los profesores de matemáticas y el modelo TPACK, las TIC resultan fundamentales en la enseñanza de las matemáticas, debido a que fortalecen los procesos de aprendizaje de los educandos. De acuerdo con Rojano (2006) y Yook-King & Herbert (2018) en la enseñanza de los contenidos de matemática se requieren modelos enfocados en la tecnología y adaptados a principios didácticos, de manera que contribuyan a la motivación positiva en el estudiantado. En lo anterior, se evidencia que, aunque el modelo TPACK cuenta con más de una década de existencia, mantiene aún vigencia en el contexto de la educación matemática, puesto que permite reflexionar al profesor sobre los diferentes niveles de adopción de las tecnologías, en particular, como fomento al desarrollo de los distintos pensamientos matemáticos en los estudiantes, a través de su uso innovador y efectivo.

En ese sentido, el uso de estrategias que se sustentan en el constructivismo, donde los estudiantes exploran y desarrollan su propio aprendizaje, son claves en este modelo y dependen, en cierta medida, de que los profesores diseñen actividades donde se exploren

diversos problemas y temas, a través de la planificación de lecciones mejoradas con ayuda de herramientas tecnológicas (Açıkgül & Aslaner, 2019; Chong, Sharaf & Jacob, 2005). Ante esto, se considera el modelo TPACK como un modelo a seguir, no solamente como teoría, sino como práctica, dado su capacidad para interrelacionar las prácticas pedagógicas y los contenidos con la tecnología.

Lo anterior, es relevante en las matemáticas, puesto que las TIC permiten generar en los estudiantes habilidades de exploración, comunicación y resolución de problemas, aplicadas en contextos reales y prácticos (Lai & Lin, 2018); todo esto es un desafío para las escuelas, en tanto se requiere que el personal docente cuente con la adquisición de competencias digitales, las cuales permitan a los alumnos desarrollar las habilidades antes mencionadas. Así las cosas, el desarrollo de los centros educativos requiere de la competencia digital de los docentes, en la búsqueda de que estos se transformen en líderes escolares en tecnologías de la información y comunicación, contribuyendo así en la formación de los educandos (Blau & Shamir, 2017).

Por otra parte, las TIC en educación matemática contribuyen al desarrollo de escenarios más realistas, en tanto ofrecen capacidades poderosas para la computación, la construcción y la representación visual, logrando que los estudiantes accedan a contenidos y contextos matemáticos que, de lo contrario, serían demasiado complejos de explorar (Stein et al., 2020). Elementos como las calculadoras, las herramientas de software informático y otras tecnologías ayudan en la recopilación, grabación, organización y análisis de los contenidos (Wachira & Keengwe, 2011), y más teniendo en cuenta que el uso de las mismas tiene un impacto en el logro de los estudiantes en el área de matemáticas. Asimismo, los hallazgos obtenidos en la investigación realizada por Saal, Van Ryneveld & Graham (2019), con base a los resultados de las Pruebas PISA del año 2012 en Sudáfrica, evidenciaron que los estudiantes con computadoras disponibles en casa y en la escuela tienden a desarrollar mejores habilidades en matemáticas.

En otras palabras, la tecnología comprende herramientas que pueden usarse para diseñar ejemplos ilustrativos en matemáticas, facilitando así la conceptualización de los estudiantes durante el aprendizaje, especialmente el basado en problemas, siendo esto un apoyo didáctico para los docentes en los procesos de aprendizaje y de enseñanza innovadora de las matemáticas (Chizwina & Mhakure, 2018).

Por consiguiente, y de acuerdo con las razones antes mencionadas, es entendible que, en países en vía de desarrollo como Malasia, Nepal, entre otros, los docentes han comenzado a considerar las tecnologías como una herramienta para ayudar al aprendizaje de los estudiantes en varios campos de las matemáticas, como la Estadística, la Geometría y la Aritmética (Abidin, Z. Ismail, & N. Ismail, 2018); de esta manera se evidencia cómo el entorno académico en la educación matemática está encaminado a la inserción de las tecnologías en las escuelas, lo que gira en torno a la tesis propuesta por Wang (2011), con respecto a la necesidad de un alto desarrollo de la tecnología, ya que estimula mejores ideas de enseñanza eficaz en el área de las matemáticas.

En consecuencia, es necesario que los educadores matemáticos desarrollen la capacidad sobre el uso de la tecnología, integrada a su experiencia de campo; sin embargo, para lograr esto, es necesario el desarrollo de programas de formación continuada, propuestos por las universidades que forman profesores (Li, 2003; Morán et al., 2017).

## Metodología de la investigación

El paradigma que enmarcó esta investigación fue el hermenéutico, ya que según Hernández-Sampieri (2014) el investigador debe asumir el rol reflexivo de los hechos sociales, para encontrar una interpretación significativa del fenómeno, con la ayuda de la recolección y análisis de los datos, y teniendo en cuenta las realidades y particularidades educativas y sociales. En particular, la problemática a investigar fue la articulación o no de la práctica pedagógica del educador matemático y la implementación de las TIC.

Teniendo en cuenta lo anterior, el camino de la investigación estuvo enmarcado por: i) caracterizar la relación del uso efectivo de las TIC y las prácticas pedagógicas de los participantes en el aula de clase; y ii) identificar las concepciones, creencias, y/o paradigmas, inherentes en los profesores de matemática, en cuanto a la relación de las TIC con sus prácticas dentro del aula.

Además, lo anterior se logró con una metodología por fases, adaptada de Valbuena et al. (2018b), de la siguiente forma:

### *Primera fase:*

Construcción del marco "Formación de profesores de matemática en TIC", con hallazgos desde la epistemología e historia de los conceptos y de las investigaciones de la comunidad académica, que ha aportado significativamente a esta área del conocimiento; estos resultados están plasmados en el marco teórico.

### *Segunda fase:*

- 1) Diseño de los instrumentos de la investigación, para recolectar la información, elaboración de diario de campo para las observaciones, y el cuestionario de la encuesta. Los datos se recogieron de forma cualitativa, utilizando las técnicas anteriormente mencionadas, a partir de videograbaciones y grabaciones de audios, como instrumentos de recolección.
- 2) La observación de 10 clases de matemática, y además aplicación de los cuestionarios con 10 preguntas abiertas; las preguntas se orientaron en cuestionar la importancia que tienen las TIC para los docentes; la frecuencia con que las usan; la formación en TIC, desde el pregrado; además de conocer qué tipo de programas utilizan y cómo los usan; en definitiva, identificar y caracterizar sus competencias TIC. La encuesta se aplicó luego de las observaciones, como parte de la recolección de la información, y con un enfoque en la identificación de la formación en TIC de los profesores, para evidenciar sus fortalezas y debilidades en las prácticas pedagógicas diarias.
- 3) Transcripciones de los cuestionarios, describiendo los argumentos de los actores (docentes de matemática de instituciones educativas de Barranquilla-Colombia); los datos seleccionados para su tratamiento fueron los recabados y clasificados en las categorías: uso de las TIC, herramientas TIC, formación en TIC, competencias en TIC; todas estas categorías integradas a la educación matemática.
- 4) Triangulación de la información recogida por los instrumentos, para el análisis de las categorías que relacionan la formación en TIC de los profesores y su influencia en el aula.

### Tercera fase:

Para la elaboración de las conclusiones, se caracterizaron las percepciones, concepciones y conceptos del uso de la tecnología, por parte de los profesores de matemáticas, a través de la triangulación de la información, la elaboración de tablas de síntesis, y el análisis descriptivo de las observaciones y entrevistas; luego, se cruzó la información recogida con la literatura encontrada y el modelo TPACK, con el fin de encontrar una hoja de ruta que permitiera, en investigaciones futuras, el diseño de estrategias de capacitación para integrar e interrelacionar la práctica pedagógica y el uso de las TIC en el aula de matemáticas.

La muestra es no aleatoria, soportado en Hernández-Sampieri (2014), en tanto que esta obedece a intereses de la investigación; así las cosas, se trabajó con 23 docentes de matemática, de 20 instituciones educativas de la ciudad de Barranquilla-Colombia, ubicadas geográficamente en el mismo sector, y con las mismas condiciones socio-económicas.

## | Resultados

Este estudio fue realizado con 23 profesores de matemáticas, cuyas características son las siguientes: el 52% corresponde a mujeres y el 48% a hombres; con respecto al nivel de formación del profesorado, el 73% tiene formación de pregrado y el 27% cuenta con formación de posgrado, en especialización o maestría; no obstante, ninguno de estos participantes ha realizado un estudio a nivel superior con énfasis en tecnología en educación matemática.

### Conocimiento acerca de la importancia de la aplicación de las TIC en el salón de clases

Un grupo numeroso de los participantes cuenta con la intencionalidad de integrar sus prácticas pedagógicas con las TIC; es valioso resaltar que exigen programas de formación del profesorado, que les permita no solamente tener conocimiento de las TIC en el salón de clases, sino hacer de estas una realidad, lo que en parte está ligado a que estos escenarios requieren de actualización constante, ya que son dinámicos y variantes (Montoya y González, 2019).

Lo anterior, visto desde la teoría TPACK y en concordancia con lo afirmado por los profesores de esta investigación, muestra la escasa formación del profesorado, no solamente en el conocimiento de la tecnología, sino también en el conocimiento pedagógico tecnológico que les permita relacionar las TIC con los múltiples conceptos y contenidos que rodean las matemáticas, como área pura del conocimiento. De este modo, los participantes de la investigación afirmaron la importancia y relevancia que han tomado las TIC en el día a día de la enseñanza de las matemáticas.

*(...) las TIC son importantes puesto que son un facilitador que logra en muchas ocasiones captar el interés y la atención de los estudiantes. Es algo que está en avance y que se ajusta a las tendencias de esta sociedad, por tanto, la educación no debe dejarlo de lado. (P1)*.

Lo anterior evidencia la preocupación que existe, con respecto a las diferencias marcadas en el contexto educativo colombiano con el contexto global, en cuanto al uso de las TIC en el aula.

### Uso y frecuencia de las TIC en el salón de clases

La innovación y creatividad por parte de los profesores en las prácticas de enseñanza de las matemáticas es ínfima; esto porque, en las observaciones realizadas, se evidenció que solo un profesor cuenta con un buen repertorio de estrategias en el salón de clases, en tanto demuestra el uso de las TIC, a partir de páginas web como "THATQUIZ", la cual utiliza en clase con el objetivo de que los estudiantes fortalezcan la habilidad para solucionar problemas. En esta página los estudiantes interactúan de manera virtual con actividades de matemáticas, como talleres y juegos.

Por otra parte, en la encuesta aplicada al profesorado, un número importante de ellos afirmó que utilizan las TIC con frecuencia en sus clases, a través de: páginas web, software como GeoGebra y Cabri, y programas de office como Excel y Word, lo que les permite profundizar los contenidos matemáticos trabajados en clase. Sin embargo, la anterior premisa, expuesta por los profesores, dista en su totalidad de las unidades de observación realizadas. Esto si se tiene en cuenta que, en la mayoría de clases, abordaron los contenidos de manera tradicional, lo cual es sinónimo de contradicción, en tanto que los profesores no evidenciaron conocimientos tecnológicos (CK) actuales, como por ejemplo GeoGebra, o programas con mayor vigencia en el contexto académico, como office, y sitios web en relación con los contenidos que enseñaban.

Teniendo en cuenta lo anterior, en la pregunta: *¿Qué tan frecuentemente elabora actividades y/o guías didácticas utilizando contenidos digitales, software o herramientas TIC?, algunos profesores respondieron: "Poco frecuente" (P2); "muy a menudo puesto que uso plataformas virtuales para que los estudiantes puedan acceder al repaso de los temas vistos y donde puedan realizar actividades, talleres, evaluaciones" (P3).*

Ahora bien, es preocupante que exista una diferencia marcada en los discursos de los profesores y la práctica palpable en el aula; de hecho, 21 profesores (91.30%) afirman que utilizan las TIC con frecuencia en el aula, pero evidencian todo lo contrario en su praxis. Esto conlleva a pensar que los profesores no están reflexionando sobre sus experiencias y prácticas diarias, lo que de acuerdo a Koehler & Mishra (2005) debería ser parte de su día a día, desde las relaciones entre las estrategias pedagógicas que utilizan para enseñar y el medio por el cual pueden enseñarlas, por ejemplo, con la tecnología. Lo anterior complica su crecimiento como profesionales, ya que las experiencias son fundamentales en la reflexión, concientización y alteración en el fortalecimiento de sus prácticas pedagógicas (Rodríguez y Almeida, 2020).

<sup>1</sup> Para términos de esta investigación se utiliza la letra P, acompañada de un número, para identificar a los participantes.

## Formación del profesorado de matemáticas en TIC

Los docentes fueron críticos con los programas de formación de los cuales son egresados, en tanto afirmaron que en la mayoría de ocasiones los profesores que impartían las cátedras, relacionadas con las TIC en educación matemática, no contaban con la suficiente preparación y argumentos para formar a futuros profesores de matemática, en cuanto al uso de las TIC y recursos educativos digitales, como herramientas prácticas en los colegios. Un profesor encuestado aseguró que no es coherente que en los programas de licenciatura en matemática solamente se enseñe la utilidad de software, programas o páginas web, y no se profundice en las estrategias que permitan hacerlas efectivas y evidenciables en el salón de clases y en el desarrollo de competencias por parte del alumnado. Lo anterior es interesante si se tiene en cuenta que lo afirmado por el profesor no dista de los preconceptos abanderados del TPACK, el cual más allá de ser un modelo teórico, es práctico, y sin necesidad de conocerlo se puede apreciar que los profesores de matemáticas exigen ser mejor formados en dos de las interrelaciones que ofrece el mismo, el TCK y TPK, en búsqueda de mejores y efectivas prácticas en la enseñanza de las matemáticas.

Es por eso que, de manera unánime, el grupo de participantes de esta investigación afirma que los conocimientos que tienen acerca del uso de las TIC en la enseñanza de las matemáticas han sido adquiridos de manera empírica. Esto ha permitido la aparición de preguntas en la investigación como: ¿De qué manera integran los programas de licenciatura en matemáticas las TIC en su currículo?, ¿es suficiente la cantidad de créditos (horas) que se les da a asignaturas relacionadas con las TIC en educación matemática, en los programas que forman licenciados en matemáticas?, ¿cuentan los programas que forman licenciados en matemáticas con personal que cualifique estas competencias (TIC) en futuros profesionales de la docencia?

En ese orden de ideas, y de acuerdo a las descripciones dadas por los participantes, los contenidos trabajados por profesores de Barranquilla en las asignaturas referentes a TIC en educación matemáticas, vistas en su programa de formación, estuvieron enfocadas en: TIC I, programas office como Excel y Word; y TIC II, uso de GeoGebra en la modelación de situaciones problemas y de figuras geométricas. No obstante, según lo propuesto por Koehler & Mishra (2005) el conocimiento tecnológico (TK) en el profesor tiene efecto cuando este es competente para adaptarse a las tecnologías y aplicarlas en el contexto educativo, lo cual no fue evidenciable en las observaciones realizadas, dado el poco dominio que, se palpa, tienen los profesores de estas.

A su vez, es notoria la desarticulación que existe entre las cátedras trabajadas por los profesores (TIC en educación matemática I y II), las cuales son orientadas de manera independiente y no como continuación. Si se tiene en cuenta que el tránsito de las TIC I a la II está en los programas de office (general para cualquier área) a GeoGebra (software particular de las matemáticas), es preocupante la falta de coherencia, así mismo la escasa formación de estos contenidos tecnológicos desde lo didáctico-pedagógico, que finalmente resulta trascendental cuando estas herramientas son puestas en marcha en las escuelas. Lo anterior conlleva a pensar que la forma en cómo está dirigido el microcurrículo de estas asignaturas no es acorde a las necesidades de hoy día.

Ahora bien, algunas de las respuestas de los profesores en la encuesta realizada generaron contrastes, de acuerdo a las visiones que tiene cada uno acerca de su formación en las TIC. Uno de los participantes aseguró lo siguiente a la pregunta: ¿Cómo considera la formación recibida por parte de su programa de formación con respecto al uso de las tecnologías de la información y comunicación en su rol docente?: *“muy buena debido a que gran parte del conocimiento que tengo acerca de las herramientas tecnológicas y de las comunicaciones las adquirí en mi programa de formación docente”* (P3); mientras que otro participante, sobre la misma pregunta, afirmó:

*Considero que la formación recibida por parte de mi programa de formación fue regular, a pesar que el programa cuenta con dos asignaturas que buscan fortalecer las TIC en Educación matemática, la forma en cómo son orientadas no permite que esto sirva de recurso para nuestra práctica como docentes, es preocupante.* (P4).

Es interesante la descripción del P3, debido a que en lo observado en su práctica pedagógica no reflejó una formación robusta en el uso de las tecnologías en la enseñanza de las matemáticas. Pese a que Ángel y Patiño (2018) señalan que el uso de las TIC en Educación obliga a los profesores a reconsiderar su rol como sujetos reflexivos, críticos y productores de conocimiento, lo afirmado por P4 evidencia las falencias de su formación, lo cual, es el sentir de la mayoría de los participantes; de los 23 profesores, el 62.17% aseguró que su formación en TIC fue regular; el 29.13% afirmó que fue mala; y el 8.69% piensa que tuvo una buena formación.

### Herramientas TIC utilizadas

En este apartado se evidenció que los profesores participantes de esta investigación, en su mayoría, utilizan el computador y el video beam para recitar los contenidos de matemáticas que enseñan. Lo anterior, en cierta medida, no corresponde con el conocimiento tecnológico, tecnológico del contenido y tecnológico pedagógico, que proponen Koehler & Mishra (2005), puesto que este tipo de clases no distan de las clases tradicionales de años atrás, con la diferencia de que las diapositivas reemplazan el tablero. Por otro lado, en los grupos focales y encuestas, algunos profesores aseguraron que constantemente utilizan plataformas digitales, como único recurso tecnológico usado en su práctica; algunos utilizan plataformas como Moodle, simplemente por regirse a las reglas de los colegios donde laboran, lo cual es inconexo con lo afirmado por Peña y Otálora (2018), con respecto a que las TIC no pueden reducirse a usos computacionales únicamente, dado que la tecnología es influyente en la elaboración de materiales, como fomento a la creatividad e innovación en los salones de clases.

Por su parte, un grupo mínimo de profesores destaca que la utilización de software como GeoGebra, permite a los estudiantes sentirse más motivados durante las clases, ya que muchos de los contenidos de matemáticas son modelados dinámicamente, y les ofrece la oportunidad de que, a partir de sus niveles de aprendizaje, realicen las actividades propuestas. Lo anterior, se evidencia en las respuestas dadas por algunos participantes a la pregunta: ¿Qué tipo de herramientas TIC utiliza para ayudar a construir aprendizajes significativos en los estudiantes?; a la cual respondieron: *“plataformas virtuales, Edmodo, Dropbox, Google Drive, Softwares educativos”* (P5); *“Excel como herramienta de la enseñanza de la estadística y GeoGebra para la enseñanza de la geometría”* (P6); *“Páginas web donde se compartan documentos o videos”* (P7). Con base en lo anterior, se observa que los profesores tienen nociones inconexas en varios puntos; por ejemplo, consideran que las herramientas TIC permiten construir aprendizajes

significativos en los estudiantes, al mencionar herramientas cuyo objeto de uso está en fortalecer los procesos de enseñanza; sin embargo, en la práctica y en el día a día es poco el uso que hacen de las mismas, sometiendo a los estudiantes a clases de tipo tradicional.

### Fortalezas y debilidades en práctica TIC

Se destaca que, en las encuestas y grupos focales realizados, la mayoría de profesores resaltan la importancia de la implementación de las TIC en el contexto educativo actual. A falta de aptitud en estas herramientas, se percibe actitud y deseos por aprender en el profesorado; algunos aseguran que una de las principales debilidades y deficiencias, que presentan en esta práctica, es el poco conocimiento de más herramientas, software y sitios web netamente matemáticos, que les permita fortalecer competencias en el estudiantado. Esto es, escaso conocimiento tecnológico (TK) como profesional competente en el uso efectivo de las TIC, de manera pedagógica, en las aulas de clase. Por tal motivo, algunos de los profesores ante la pregunta realizada en la encuesta, ¿Considera que debe fortalecer su práctica TIC en búsqueda de que esta sea más beneficiosa para su práctica pedagógica? ¿por qué?, respondieron lo siguiente: *“claro que sí, a medida que la sociedad avanza las TIC avanzan y cada vez serán más actualizadas y toca ir avanzando al ritmo de ellas, con el fin de que los estudiantes sean los más beneficiados”* (P8); *“Sí claro, porque de esta manera podría realizar un mejor proceso de enseñanza y aprendizaje, de tal forma que pueda generar interés en mis estudiantes y estos desarrollan diferentes competencias”* (P8); *“Si porque mi práctica puede ser más efectiva si conozco otras herramientas que puedan beneficiar el proceso y que el uso de las TIC no sea limitado”* (P10).

Teniendo en cuenta lo anterior, se confirma que dentro de las prioridades de los profesores está fortalecer su práctica TIC, como instrumento que potencie sus prácticas; esto se alinea con lo expuesto por Padilla y Mayoral (2020), con respecto a que los profesores de hoy día requieren tener sentido de pertenencia y ser autodidactas en la construcción de estrategias que faciliten el aprendizaje de los educandos. Ante lo anterior, la posibilidad de ser competente en herramientas tecnológicas es una ventaja en el fortalecimiento de las prácticas escolares en las escuelas.

## | Discusión

Entre los hallazgos que sobresalen, se tiene que los profesores manifiestan haber recibido una escasa formación en TIC, en sus estudios de pregrado, lo cual coincide con que, en el país, existen alrededor de 20 universidades que cuentan con programas de formación de licenciados en matemáticas, de las cuales 6 no contemplan dentro de sus currículos la integración de asignaturas relacionadas con las TIC en educación matemática; y en las otras 14 universidades, dentro de su plan de estudio, cuentan con solamente con 1 o 2 asignaturas de esta modalidad, lo que enmarca que en el contexto nacional no ha existido la preocupación por formar profesores de matemáticas competentes en el uso de las TIC, y que la mayoría de currículos están desequilibrados, ya que centran sus intereses más en la formación matemática y pedagógico-didáctica; lo anterior, va en contra de los apartados del MEN (2013), con respecto a que el uso de las TIC es una de las competencias que todo profesor debe tener; así también lo afirman Koehler & Mishra (2005) en relación con que las TIC deben ser una competencia integrada en los conocimientos del profesor, desde lo pedagógico y didáctico, más no de manera independiente, puesto que tener conoci-

miento sobre algún recurso tecnológico podría convertirse en un medio de tipo tradicional, si no es utilizado de manera efectiva en el salón de clases.

Así mismo, se percibió la poca utilidad que los profesores de matemáticas le dan a las TIC, desaprovechando los distintos recursos que estas ofrecen (Martín, Almazán, Peñaherrera y Cachón, 2014), lo cual obedece a su limitada formación en el uso de tecnologías en el aula. Por lo menos el 90% de los profesores desarrollaron sus clases de tipo tradicional, destacándose la falta de intervención de unidades didácticas. Lo anterior, es preocupante si se tiene en cuenta que desde el 2005 el modelo TPACK sirve de manual o de referencia para que los centros educativos y profesores integren la tecnología con sus prácticas; 15 años después, la realidad en el contexto de un área del conocimiento fundamental, como lo son las matemáticas, parece no haber sido modificada.

Ahora bien, son varias las investigaciones realizadas que han buscado cambiar la situación antes mencionada. En la investigación realizada por Cejas, Navío y Barroso (2016) se proponen algunos ejemplos y descriptores con respecto a las competencias que debe tener el profesorado, a partir del modelo TPACK, en cuanto a lo tecnológico y pedagógico. En el conocimiento tecnológico, utilizar blogs y elementos del ordenador como Excel, Word, Power Point; en el conocimiento tecnológico del contenido, el uso de la realidad virtual para generar modelos matemáticos, como por ejemplo las funciones; y en el conocimiento tecnológico pedagógico, el uso de presentaciones como prezi, que promuevan el trabajo colaborativo en los estudiantes; sin embargo, en cada uno de estos ejemplos fue nula la evidencia en las prácticas pedagógicas de los participantes de esta investigación.

En ese orden de ideas, surge la necesidad de caracterizar la formación del profesor de matemáticas en el uso de las TIC en el aula, debido a las limitantes que se están evidenciando a diario, muy a pesar de que, en el ámbito internacional, el modelo TPACK sirve de insumo para formar de manera eficiente a un profesional licenciado en matemáticas en la competencia tecnológica. También, es importante tener en cuenta que existen diversos niveles en los cuales puede verse el uso de la tecnología, por parte de los profesores, siendo el nivel 1, el uso de la tecnología para desarrollar materiales didácticos; el nivel 2, el uso de la tecnología para ilustrar situaciones o ejemplos en clase; y el nivel 3, el uso de estas herramientas con actividades que involucren directamente la participación de los alumnos (Font, Giménez, Larios y Zorrilla, 2012).

De esta manera, integrando los anteriores aportes con lo observado, y de acuerdo a las necesidades de hoy día en las escuelas, se considera que dentro de las competencias TIC que debe tener el profesor de matemáticas está el dominio de software exclusivos de la matemática, no solamente desde el conocimiento netamente del software, sus aplicaciones, y formas de llevar a cabo modelaciones matemáticas, sino también el conocimiento de estrategias que hagan efectivo su uso en los procesos de enseñanza - aprendizaje, dado que el conocimiento tecno-pedagógico del contenido involucra la representación de conceptos a través de las TIC, como medio para desarrollar habilidades y competencias, a partir del conocimiento ya existente (Miranda, Santos, Cenich, Papini y Bouciguez, 2019); así mismo, de acuerdo a que todos los estudiantes no cuentan con las mismas facilidades y ritmos para aprender matemáticas, se entiende que, al usar las TIC como estrategia para enseñar, es necesario explorar las fortalezas y debilidades de los estudiantes.

Así las cosas, en la tabla 1 se proponen algunas de las competencias necesarias en TIC por

parte del profesorado de matemáticas, en atención a los resultados negativos obtenidos en cuanto al uso de estas herramientas en profesores del Distrito de Barranquilla.

Tabla 1

*Competencias Tecnológicas del profesorado de matemáticas*

Competencia TIC	Descripción
Conocimiento de software y programas exclusivos de la enseñanza de matemáticos	Software como GeoGebra, Cabri, Wolfram Alpha y Matlab, sus aplicaciones y formas de modelación y simulación en cada uno de los pensamientos matemáticos (variacional, métrico-geométrico, aleatorio, numérico y espacial)
Conocimiento de herramientas TIC genéricas	Herramientas web 2.0 y office como Power Point, Excel, Word, scratch, winplot, sitios web, entre otros para la construcción de actividades, cuyo objetivo esté en atender las distintas formas de aprendizaje del alumnado.
Conocimiento de estrategias que permitan integrar de manera eficiente los recursos educativos tecnológicos con los contenidos matemáticos a enseñar	Material diseñado por el profesor, como blogs o foros que sirvan de medio o como unidades didácticas de interés por parte del alumnado en los procesos de enseñanza – aprendizaje de los contenidos matemáticos.

*Nota: Elaboración propia*

Por otra parte, investigaciones realizadas en el ámbito internacional, con respecto a las concepciones que tienen profesores de matemáticas acerca del uso de las TIC en la enseñanza - aprendizaje de las matemáticas, son muestra de que no solamente en Colombia se padece de escasa formación en el profesorado, inclusive se percibe en algunos casos poco sentido de pertenencia con respecto a la utilidad de las TIC. Un ejemplo de lo anterior es la investigación realizada por Teliz (2015), con respecto a las concepciones y opiniones de profesores de educación secundaria en Artigas – Uruguay, acerca del uso didáctico de las TIC en la enseñanza de las matemáticas, ya que la frecuencia de uso de las TIC en las prácticas de enseñanza de los profesores consultados era de 1,7 horas por semana, dentro de una carga horaria semanal promedio de 48 horas de trabajo, incluyendo muy poco estos recursos en sus prácticas de enseñanza; además, en esta investigación hubo contradicciones similares a la presente, puesto que lo que los profesores piensan (sus concepciones, creencias y opiniones) y lo que declaran hacer (sus prácticas) dista de la realidad. Lo anterior, porque cuentan con una visión positiva sobre el uso de las TIC en las prácticas de enseñanza de las matemáticas, vinculadas a diferentes dimensiones del quehacer diario; sin embargo, no las integran en sus clases, existiendo un escaso uso didáctico de las mismas.

Ahora bien, es claro que la formación en TIC, de los profesores de matemáticas, deben

enfocarse en dos aspectos; por una parte, debe enriquecerse al profesor de recursos educativos tecnológicos de distintos tipos, que permitan trabajar diferentes temáticas, según sea el caso; además, de que sean armónicas para el desarrollo del pensamiento. De otro lado, se debe formar al docente para que todas estas herramientas pueda utilizarlas como medio en sus estrategias didácticas, sacándole todo el potencial posible, ayudando a que el proceso educativo sea más significativo para el estudiante. Por ello, es que las instituciones de educación superior deben juntar sus esfuerzos para formar mejor a los profesores en cuanto al uso de las tecnologías; en la actualidad usar TIC no tiene nada de innovador, debido a que ya la tecnología es común en el contexto, lo innovador yace en cómo esas herramientas le permiten al docente desarrollar mejor pensamiento en los estudiantes o mejorar sus habilidades. Así las cosas, la innovación está en las estrategias que se utilizan para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Finalmente, se evidenció que la construcción de las estrategias didácticas y la formación en TIC, son dos componentes débiles de los participantes, y están siendo una limitante para impactar a la comunidad educativa

## | Conclusiones

Este trabajo caracterizó el perfil del profesor de matemática con formación en TIC, haciendo uso de elementos teóricos (modelo TPACK), insumos y hallazgos aportados por los participantes, permitiendo que esta construcción pueda ser utilizada para la transformación de los currículos.

Por otra parte, llama la atención la baja relación que existe entre las competencias y práctica TIC de los profesores de matemáticas, participantes del estudio. Se destaca que la mayoría de los actores tienen una visión lejana al constructo de lo que significa utilizar esta valiosa herramienta en la educación, esto sumado a que el modelo (tradicional) en el cual basan sus clases de matemáticas no les permite desarrollar competencias y habilidades en sus estudiantes. Lo anterior, resulta a su vez distante de lo propuesto por el modelo TPACK, con respecto a que las relaciones tecnológica-pedagógicas que surgen en la enseñanza de los contenidos deben hacer parte del repertorio del profesor, y en el caso actual no se evidencian por medio de la observación y de las entrevistas, ya que no se percibió la elaboración ni utilización de guías didácticas por parte de los profesores, para utilizar las TIC con objetivos y propósitos significativos en el aula de clase.

Así mismo, es evidente la desconexión que existe entre el discurso de los profesores y lo evidenciado en su práctica, en tanto estos mencionaron todas las bondades de las TIC en la clase de matemáticas, e incluso aseguraron que son herramientas pertinentes para la mediación en el proceso de enseñanza, pero en su quehacer pedagógico, por lo menos el 90% de los profesores no las utilizan. Así también, es interesante señalar que los participantes solo conocen Geogebra, pese a que existen muchos más software específicos para la enseñanza de las matemáticas.

Para concluir, la cualificación del profesorado debe estar ligada también a constantes capacitaciones a profesores de matemáticas, en las escuelas bien sea del sector privado o público, con respecto a su práctica TIC; además, se hace necesario ser conocedor de las distintas

utilidades de software y programas matemáticos que permitan desarrollar habilidades y competencias en las escuelas, las cuales, de acuerdo al modelo TPACK, deben hacer parte del conocimiento tecnológico específico de todo profesor. Ante esto es necesario enunciar las competencias TIC que se proponen en este trabajo y sus respectivos descriptores que sirven de base para que los programas de formación del profesorado enfoquen sus esfuerzos en el desarrollo de las mismas: conocimiento de software y programas exclusivos de la enseñanza de matemáticas, conocimiento de herramientas TIC genéricas, y conocimiento de estrategias que permitan integrar, de manera eficiente, los recursos educativos tecnológicos con los contenidos matemáticos a enseñar.

## Referencias

- Açıkgül, K. & Aslaner, R. (2019). Effects of Geogebra supported micro teaching applications and technological pedagogical content knowledge (TPACK) game practices on the TPACK levels of prospective teachers. *Education and Information Technologies*, 1-25. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-10044-y>
- Abidin, M., Ismail, Z. & Ismail, N. (2018). Geometrical Thinking with Technology: A Systematic Literature Review. *10th International Conference on Engineering Education ICEED* (pp. 230 - 235). Kuala Lumpur, Malaysia.
- Almerich, G., Suárez, J., Jornet, J. y Orellana, N. (2011). Las competencias y el uso de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) por el profesorado: estructura dimensional. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13(1), 29-42.
- Ángel, I. y Patiño, M. (2018). Línea base de indicadores de apropiación de TIC en instituciones educativas. *Educación y Educadores*, 21(3), 435-457. <https://doi.org/10.5294/edu.2018.21.3.4>
- Blau, I. & Shamir, T. (2017). Digital competences and long-term ICT integration in school culture: The perspective of elementary school leaders. *Educ Inf Technol*, 769-787. <https://doi.org/10.1007/s10639-015-9456-7>
- Cabero, J., Roig, R. y Mengual, S. (2017). Conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares de los futuros docentes según el modelo TPACK. *Digital Education*, (32), 73-84.
- Cabero, J., Marín, V. y Castaño, C. (2015). Validación de la aplicación del modelo TPACK para la formación del profesorado en TIC. *Revista de Innovación Educativa*, (14), 13-22. <https://doi.org/10.7203/attic.14.4001>
- Cejas, R., Navío, A. y Barroso, J. M. (2016). Las competencias del profesorado universitario desde el modelo TPACK (conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido). *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 49, 105-119.
- Chalela, S., Valencia, A., Bermúdez, J. y Ortega, C. M. (2016). Percepciones estudiantiles acerca del uso de nuevas tecnologías en instituciones de Educación Superior en Medellín. *Revista Lasallista de investigación*, 13(2), 151-162.

- Chizwina, S. & Mhakure, D. (2018). Exploring how the Attributes of Technology Affect Adoption in Teaching Mathematics in a Higher Education Institution in South Africa. *Science and Technology Education*, 276-286.
- Chong, K., Sharaf, H. & Jacob, D. (2005). A study on the use of ITC in Mathematics Teaching. *Malaysian Online Journal of Instructional Technology*, 2(3), 43-51.
- Conde-Carmona, R. (2019). Relación de la Evaluación y la Práctica Pedagógica Docente, Mirada de Docentes de Matemáticas colombianos. *Saber, Ciencia Y Libertad*, 14(2), 273-282. <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2019v14n2.5892>
- Cullen, C., Hertel, J. & Nickels, M. (2020). The roles of Technology in Mathematics Education. *The Educational Forum*, 84(2), 166-178. <https://doi.org/10.1080/00131725.2020.1698683>
- Font, V., Giménez, J., Larios, V. y Zorrilla, J. (2012). *Competencias del profesor de matemáticas de secundaria y bachillerato*. Barcelona, España: Universidad de Barcelona.
- Gamboa, A., Hernández, C. y Prada, R. (2018). Práctica Pedagógica y competencias TIC: atributos y niveles de integración en docentes de instituciones educativas de básica y media. *Saber, Ciencia y Libertad*, 13(1), 258-274.
- Hernández-Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGRAW-HILL.
- Hernández, C. A., Gamboa, A. A. y Ayala, E. T. (2014). *Competencias Tic para los docentes de Educación Superior*. Buenos Aires, Argentina: Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación.
- Khambari, M., Su Luan, W. & Mohd, A. (2010). Technology in Mathematics Teaching: The Pros and Cons. *Procedia: Social and Behavioral Sciences*, 8, 555-560. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.077>
- Koehler, M. & Mishra, P. (2005). What happens when teachers design educational technology? The development of technological pedagogical content knowledge. *Journal of educational computing research*, 32(2), 131-152.
- Koehler, M. & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.
- Lai, T. & Lin, H. (2018). An investigation of the relationship of beliefs, values and technological pedagogical content knowledge among teachers. *Technology, Pedagogy and Education*, 445-458.
- León, O., Bonilla, M., Romero, J., Gil, D., Correal, M., Ávila, C. B. . . . y Márquez, H. (2014). *Referentes curriculares con incorporación de tecnologías para la formación del profesorado de matemáticas en y para la diversidad*. Bogotá, Colombia: Universidad distrital Francisco José de Caldas.
- Li, Q. (2003). Would we teach without technology? A professor's experience of teaching

mathematics education incorporating the internet. *Educational Research*, 45, 61-77.  
<https://doi.org/10.1080/0013188032000086127>

Lucumi, P. y González, M. (2015). El ambiente digital en la comunicación, la actitud y las estrategias pedagógicas utilizadas por los docentes. *TED* (37), 109-129.

Martín, A. M., Almazán, L., Peñaherrera, M. y Cachón, J. (2014). Formación en Tic de futuros maestros desde el análisis de la práctica en la universidad de Jaen. *Revista de Medios y Educación*, 44, 127-142

Ministerio de Educación Nacional –MEN-. (2013). *Competencias TIC para el desarrollo profesional docente*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Educación Nacional.

Mesa, F. y Forero, A. (2016). Las TIC en la normativa para los programas de educación superior en Colombia. *Praxis & Saber*, 7(14), 91-113.

Miranda, A., Santos, G., Cenich, G., Papini, C. y Bouciguez, M. (2019). Experiencia de formación continua para la enseñanza de ciencias con TIC. *Actas de V Jornadas de Enseñanza de Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*. Argentina: Universidad Nacional de La Plata.

Mishra, P. & Koehler. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teacher's College Record*, 108(6), 1017-1054.

Morán, F. L., Morán, F.E. y Albán, J. (2017). Formación del docente y su adaptación al modelo TPACK. *Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación*, 5(1), 51-60. <http://dx.doi.org/10.26423/rcpi.v5i1.154>

Montoya, N. y González, E. (2019). Competencias TIC en docentes de nivel técnico y tecnológico. Un estudio de caso en un centro de formación del SENA. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (58), 74 - 95. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n58a3>

Ortega, J. (2020). El conocimiento tecnológico pedagógico de contenido (TPCK): un análisis a partir de la relación e integración entre el componente tecnológico y conocimiento pedagógico del contenido. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, (47), 249-265.

Padilla, I. y Mayoral, V. (2020). Las tutorías académicas en el fortalecimiento del álgebra en estudiantes de octavo grado en una escuela distrital de Barranquilla. *Zona Próxima*, 32, 33-54.

Padilla, I., Valbuena, S. y Rodríguez, E. (2018). El juego y la inteligencia lógico -matemática en estudiantes con capacidades excepcionales. *Revista Educación y Humanismo*, 20(35), 166- 183. <http://dx.10.17081/eduhum.20.35.2964>

Padilla-Hernández, A. L., Gámiz-Sánchez, V. M. y Romero-López, M. A. (2019). Niveles de desarrollo de la Competencia Digital Docente: una mirada a marcos recientes del ámbito internacional. *Innoeduca: international journal of technology and educational innovation*, 5(2), 140-150.

Peña, F. y Otálora, N. (2018). Educación y tecnología. Problemas y relaciones. *Pedagogía y Saberes*, (48), 59-70.

- Presidencia de la República de Colombia. (2003). *Decreto 2566*, por el cual se establecen las condiciones mínimas de calidad y demás requisitos para el ofrecimiento y desarrollo de programas académicos de educación superior y se dictan otras disposiciones.
- Prieto, M., Bermón, L. y Ramírez, L. (2019). Diseño, desarrollo y evaluación de un recurso educativo digital para la introducción a la Administración de Sistemas Informáticos. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (58), 31-51. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n58a3>
- Rodrigues, A. y Almeida, M. (2020). Currículo narrativo y tecnologías en la formación docente: reflexiones teórico- conceptuales. *Praxis & Saber*, 7(25), 83 - 96.
- Rojano, T. (2006). Incorporación de entornos tecnológicos de aprendizaje a la cultura escolar: proyecto de innovación educativa en matemáticas y ciencias en escuelas secundarias públicas. *La Revista Iberoamericana de Educación*, (33). Recuperado de <https://rieoei.org/historico/documentos/rie33a07.htm>
- Saal, P., Van Ryneveld, L. & Graham, M. (2019). The Relationship between using Information and Communication Technology in Education and the Mathematics Achievement of Students. *International Journal of Instruction*, 12(3), 405-424.
- Salas, R. (2018). Uso del modelo TPACK como herramienta de innovación para el proceso de enseñanza – aprendizaje en matemáticas. *Perspectiva Educativa. Formación de Profesores*, 57(2), 3-26. <https://doi.org/10.4151/07189729-Vol.57-Iss.2-Art.689>
- Salas, R. (2020). TPACK: Technological, Pedagogical and Content Model Necessary to Improve the Educational Process on Mathematics through a Web Application? *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(1), 1-13. <https://doi.org/10.29333/iejme/5887>
- Saubern, R., Urbach, D., Koehler M. & Phillips, M. (2020). Describing increasing proficiency in teachers' knowledge of the effective use of digital technology. *Computers & Education*, 147, 1-13.
- Stein, H., Gurevich, I. & Gorev, D. (2020). Integration of technology by novice mathematics teachers – what facilitates such integration and what makes it difficult? *Education and Information Technologies*, 25(1), 141 -161. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09950-y>
- Tangarife, D. (2018). La enseñanza de las matemáticas a personas con síndrome de Down utilizando dispositivos móviles. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(4), 144-153.
- Tapia, C., Navarro, Y. y De la serna, A. (2017). El uso de las TIC en las prácticas académicas de los profesores de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19(3), 115-125.
- Teliz, F. (2015). Uso didáctico de las TIC en las buenas prácticas de enseñanza de las matemáticas. Estudio de las opiniones y concepciones de docentes de secundaria en el departamento de Artigas. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 6(2), 13-31.
- UNESCO. (2008). *Estándares de Competencias TIC para docentes*. UNESCO.

- Valbuena, S., Conde, R. y Ortiz, J. (2018). La Investigación en Educación matemática y Práctica Pedagógica Perspectiva de Licenciados en Formación. *Revista Educación y Humanismo*, 20(34), 201-215.
- Valbuena, S., Conde, R. y Padilla, I. (2018a). Caracterización de la práctica pedagógica e investigación en Educación matemática: Una mirada desde los maestros en formación inicial y egresados. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 10(4), 98-107.
- Valbuena, S., Conde, R. y Padilla, I. (2018b). La práctica pedagógica en la investigación en Educación matemática desde la perspectiva de los egresados. *Universitas humanística*, (86), 249-273.
- Wachira, P. & Keengwe, J. (2011). Technology Integration Barriers: Urban School Mathematics Teacher Perspectives. *J Sci Educ Technol*, 20, 17-25. <https://doi.org/10.1007/s10956-010-9230-y>
- Wang, A. -L. (2011). *The Reflections on the Application of Modern Information Technology into Mathematic Teaching*. China: Heze University.
- Yook-King, E. & Herbert, S. (2018). Primary School teachers' use of digital technology in mathematics: the complexities. *Mathematics Education Research Journal*, 30(4), 475-498. <https://doi.org/10.1007/s13394-018-0235-9>