

## 8. EL TPACK COMO ENFOQUE PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LA MATEMÁTICAS A NIVEL UNIVERSITARIO

<sup>1</sup>MAYRA ALEJANDRA ARÉVALO DUARTE

<sup>2</sup>MIGUEL ÁNGEL GARCÍA GARCÍA

<sup>1</sup>Docente UFPS. Doctoranda Universidad de Salamanca -España. Programa académico “TIC en educación: análisis y diseño de procesos, recursos y prácticas formativas.

[mayraarevalo@ufps.edu.co](mailto:mayraarevalo@ufps.edu.co)

<sup>2</sup>Docente UFPS. Mg. En Educación Universidad de Pamplona –Colombia, Mg en Educación y TIC Universidad de Salamanca-España. [miguelangelgg@ufps.edu.co](mailto:miguelangelgg@ufps.edu.co)

### Resumen

El presente documento titulado “*el TPACK como enfoque para el desarrollo de la investigación en didáctica de la matemáticas a nivel universitario*” presenta algunos aspectos de la revisión de la literatura reciente en cuanto a enseñanza de las matemáticas con tecnología. Estos aportes se plantean como fundamentales por cuanto considera que orientan la investigación y la reflexión sobre los procesos actuales de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

**Palabras Clave:** *TPACK, Didáctica de las Matemáticas, Conocimiento pedagógico tecnológico de contenido.*

### INTRODUCCIÓN

Los adelantos tecnológicos han permeado la cultura social en todos sus campos y han llevado a que se usen de forma desmedida las tecnologías, pues no en todos los casos han facilitado las actividades cotidianas. Este fenómeno, no es ajeno al campo de la educación que ha impuesto que se consolide rápidamente la integración de las TIC en las prácticas educativas, visualizado a través de las políticas y proyectos educativos que se han desarrollado en los diferentes países e instituciones en torno a este tema. Vale la pena cuestionarse, cómo se ha llevado

a cabo este proceso de implementación y qué implicaciones ha traído consigo.

Frente a esta situación el MEN<sup>4</sup> y el Estado Colombiano han demandado de las instituciones educativas en todos los niveles un esfuerzo y compromiso para que no sólo reciban capacitación en cuanto a la integración de las TIC, sino que además la pongan en práctica en sus procesos de enseñanza y aprendizaje y se vea reflejada en los resultados académicos y en la disposición de los estudiantes frente a su formación profesional.

<sup>4</sup>Ministerio de Educación Nacional de Colombia

Sin embargo, los enfoques que han asumido estos proyectos y políticas educativas han llevado a generalizar los procesos de formación docente a tal punto que no se contempla la importancia de la didáctica específica para la capacitación y desarrollo de los contenidos en cada área sino que se han abordado desde un enfoque instrumentalista de integración de las TIC en las prácticas educativas. Es así como se ve afectada no sólo la formación de los docentes sino también el desarrollo de un campo específico de conocimiento como lo es el de la didáctica de las ciencias en este caso, de las matemáticas, en torno a la integración de las tecnologías.

Desde el enfoque de las didácticas específicas se describe la importancia del conocimiento que deben tener los docentes sobre el contenido específico del área y el conocimiento pedagógico del proceso de enseñanza, lo que conlleva a que cada área estructure un constructo teórico y procedimental sobre la forma más eficaz de su proceso de enseñanza y las modificaciones que son necesarias plantear a la hora de integrar las TIC en la enseñanza del área.

Según, Mishra y Koehler (2006) las fuentes de conocimiento que deben tener en cuenta los docentes son: conocimientos de contenido, pedagógico y tecnológico, la interacción de estos tres conocimientos permite a los docentes utilizar la tecnología de manera estratégica en la enseñanza, ya que no se trata de enseñar simplemente matemáticas o tecnología, el propósito es enseñar matemáticas con tecnología. En este sentido cobra importancia la pregunta por *¿Cómo comprenden los profesores universitarios la enseñanza de las*

*matemáticas con el uso de la tecnología según las características fundamentales de su conocimiento tecnológico pedagógico?*

Se espera aportar a la generación de conocimiento pedagógico y didáctico que promueva el uso de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Así mismo, evidenciar el valor que le dan los profesores de matemáticas al uso de la tecnología en relación con sus prácticas de enseñanza. Mostrar experiencias innovadoras e interesantes que adelantan docentes universitarios de matemáticas con el uso de las herramientas tecnológicas.

Este artículo toma como marco referencial la investigación titulada *“Competencias TIC de los docentes de matemáticas en el marco del modelo TPACK<sup>5</sup>. Una perspectiva para el desarrollo de buenas prácticas pedagógicas”*. El contexto de estudio corresponde a la Universidad Francisco de Paula Santander – Cúcuta, la población seleccionada son los docentes de matemáticas adscritos al Departamento de Matemáticas y Estadística que estuvieron orientando alguna asignatura de matemáticas durante el primer semestre académico del año 2015.

**Objetivo General.** Determinar cómo comprenden los profesores universitarios el proceso de enseñanza de las matemáticas cuando usan las TIC a partir de las características fundamentales de su conocimiento tecnológico pedagógico.

**Objetivos Específicos.** Describir los elementos necesarios para el uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas a partir del conocimiento

<sup>5</sup> Technological Pedagogical Content Knowledge. Para efectos de esta investigación su traducción es “Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido”.



tecnológico pedagógico y disciplinar de los docentes universitarios.

Identificar en el proceso de enseñanza las oportunidades de aprendizaje de las matemáticas que crean los docentes universitarios cuando usan la tecnología.

Valorar las posibilidades y limitaciones potenciales de la enseñanza de las matemáticas con el uso de la tecnología según el conocimiento tecnológico pedagógico y disciplinar de los docentes universitarios.

### **ELEMENTOS FUNDAMENTALES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS CON LA INTEGRACIÓN DE LA TECNOLOGÍA**

#### **El Conocimiento Pedagógico y Disciplinar - PCK<sup>6</sup>**

Shulman (1986) distingue un nuevo conocimiento del docente al integrar el conocimiento del contenido y el conocimiento pedagógico. Afirma con Koehler y Mishra (2008) que el conocimiento disciplinar es condición necesaria pero no suficiente para la enseñanza y el aprendizaje del contenido que se desea aprender. Por lo tanto, orienta sus investigaciones en el campo específico del Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK). En el caso de las matemáticas, el conocimiento pedagógico del contenido se orienta a analizar la naturaleza conceptual y epistemológica, sus componentes, características y el grado de conocimiento matemático (genérico o específico) que tienen los profesores, así como sus relaciones con la enseñanza y el aprendizaje y con otros dominios de conocimiento.

Para Shulman (1986) otros conocimientos *per se* que deben poseer los docentes como elemento esencial y previo a su labor de enseñar incluye: el conocimiento didáctico general, conocimiento del currículo, conocimiento didáctico del contenido (pedagogía y materia), conocimiento de los alumnos y de sus características, conocimiento de los contextos educativos (funcionamiento del grupo o de la clase, gestión y financiación de la escuela, carácter de las comunidades y culturas), conocimiento de los objetivos, finalidades, valores educativos y sus fundamentos filosóficos e históricos.

#### **Modelo de Razonamiento y Acción Pedagógica**

Este modelo propuesto por Shulman (1987), consiste en mostrar los procesos de pensamiento y actuación pedagógica que debe realizar el docente para enseñar los contenidos, enmarcados en el contexto educativo en el que se encuentra y las interacciones sociales que allí se ejercen. Se configura a partir de un ciclo de procesos que se describen como:

- (1) *Comprensión*, el maestro establece la estructura del contenido específico, así mismo entiende la manera en que los contenidos a enseñar se relacionan con otras ideas del mismo campo del conocimiento y con ideas de campos del conocimiento diferente.
- (2) *Transformación*, parte del proceso de adaptar el conocimiento desde el sentido de cómo entiende el profesor la materia desde el pensamiento y el interés de los estudiantes para desarrollar un contenido enseñable. Este proceso implica:

<sup>6</sup> PCK (Pedagogical Content Knowledge), sigla en inglés que denomina al Conocimiento Pedagógico del Contenido o Disciplinar.

a) Preparación, en la que se interpretan críticamente los materiales de instrucción.  
b) Representación, en la que se reflexiona sobre las ideas y conceptos clave y las formas alternativas de representación de la información.

c) Selección, elección de un método y modelo de enseñanza dentro de un gran número y variedad de posibilidades de estrategias y recursos.

d) Adaptación y re-adaptación, corresponde al ajuste del material de acuerdo a las características de los estudiantes.

(3) *Formas de Enseñanza*, es el proceso de observación de la práctica pedagógica, atendiendo la organización, gestión en el aula, presentación de ideas y descripción de los contenidos, asignación y control de trabajos, interacción de los estudiantes a través de preguntas, participaciones y todas las técnicas heurísticas que favorecen el resolver problemas y generar soluciones creativas.

(4) *Evaluación*, es un proceso de verificación, recolección de información en la que se valoran los niveles de comprensión de los estudiantes y el manejo de la enseñanza de los contenidos por parte del maestro. Se hace una revisión de las comprensiones de los estudiantes y del desempeño del profesor.

(5) *Reflexión*, se encuentra organizada a partir de la revisión de la enseñanza teniendo en cuenta el grado en el que se alcanzaron los objetivos. Es un razonamiento adelantado por el docente en el que se reconstruye metódicamente, los acontecimientos, emociones, participaciones y logros para su valoración.

(6) *Nueva Comprensión*, a través de los actos de enseñanza razonada y razonable el maestro amplía una nueva comprensión de los fines educativos, profundiza sobre los temas a enseñar, de sus acciones pedagógicas y de la construcción del conocimiento por parte de sus estudiantes. La comprensión no se produce de forma automática, sino después de la evaluación y la reflexión por lo que se requiere la medicación de estrategias específicas que favorezcan la nueva comprensión.

En este sentido, la acción del razonamiento pedagógico envuelve el proceso de aprendizaje, permitiendo al docente ampliar la comprensión de las ideas, conceptos y preguntas centrales para reconocer las dificultades conceptuales específicas, los problemas o actividades que incitan al estudiante a cuestionarse. Así mismo, promueve el desarrollo de ideas previas, experimentos, problemas, proyectos que permite que los jóvenes exploren conceptos centrales, construyan explicaciones, analogías o metáforas que faciliten la comprensión de los conceptos abstractos. El diseño de actividades de evaluación a partir de la resolución de problemas favorece la aplicación de lo aprendido en contextos realistas, variados y específicos.

### **Conocimiento Tecnológico Pedagógico de Contenido - TPACK**

Koehler y Mishra (2006) han desarrollado un marco que ofrece un enfoque para comprender y desarrollar prácticas que abordan el aprendizaje de las disciplinas utilizando la tecnología. Este marco denominado TPACK – conocimiento tecnológico pedagógico del contenido se basa inicialmente en la teoría de Shulman (1986, 1987) sobre el conocimiento pedagógico del contenido y lo trasciende incluyendo el conocimiento tecnológico necesario para

incorporar la tecnología en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

La figura 1, ilustra el modelo TPACK propuesto por Koehler y Mishra (2006), el cual surge de la intersección de todos los dominios de conocimientos que lo constituyen. Este modelo destaca la importancia de la interacción de los dominios de conocimiento base (contenido, pedagogía, tecnología) para la configuración de los dominios de conocimiento compuestos (pedagógico de contenido, tecnológico del contenido, tecnológico pedagógico).

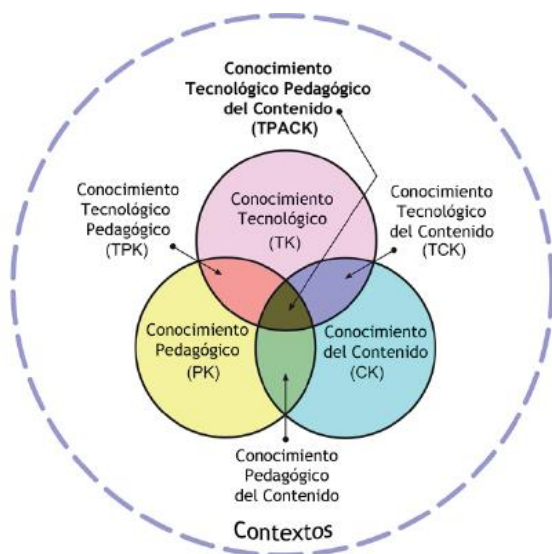


Figura 1. Representación del Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK) (Mishra & Koehler, 2006).

### El TPACK en Matemáticas

Niess, Sadri, y Lee (2007), propusieron un modelo de desarrollo del TPACK para profesores de matemáticas que surge del modelo “proceso de innovación-decisión” propuesto por Everett Rogers (1995, en Niess et al., 2009). Este modelo describe un ciclo de cinco etapas por las que un docente avanza de

manera progresiva cuando aprende a integrar la tecnología para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas como se muestra en la figura 2.

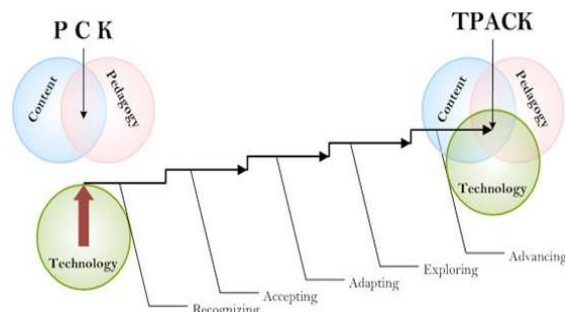


Figura 2. Descripción de los niveles de pensamiento y comprensión de los profesores de matemáticas en relación al TPACK (Niess et al., 2009).

Las cinco etapas se describen como:

- (1) Reconocer (conocimiento). Se reconoce y utiliza la tecnología pero no se integra en la enseñanza de las matemáticas.
- (2) Aceptar (persuasión). Los maestros toman una actitud favorable o desfavorable hacia la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas con la tecnología.
- (3) Adaptar (decisión). Se toma una decisión sobre la conveniencia o no de utilizar la tecnología en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.
- (4) Explorar (implementación). Se integra activamente una tecnología apropiada en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.
- (5) Avanzar (confirmación). Los profesores evalúan los resultados de su decisión de integrar una tecnología apropiada en la





enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

### **El Cuarteto del Conocimiento**

El cuarteto del conocimiento es un marco para la observación, el análisis y el desarrollo de la enseñanza de las matemáticas, con especial atención en la contribución de los conocimientos de contenido del profesor de matemáticas. A diferencia del marco teórico de Shulman (1986), este enfoque se interesa en las situaciones en que tal conocimiento entra en juego con la categorización de los diferentes tipos de conocimiento del profesor de matemáticas.

En este enfoque se conciben según el conocimiento y las creencias que se evidencia en la enseñanza de las matemáticas cuatro categorías o dimensiones, llamadas: base, transformación, conexión y contingencia. La primera categoría consiste en el conocimiento y la comprensión de las matemáticas en sí mismas y de la didáctica específica de las matemáticas, así como las creencias sobre la naturaleza de las matemáticas, los propósitos de la educación matemática, y las condiciones bajo las cuales los estudiantes van a aprender mejor las matemáticas. La segunda categoría: transformación, se refiere a la presentación de ideas a los alumnos en forma de analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones. La tercera categoría, conexión, incluye hacer anticipación a la complejidad, tomar decisiones y hacer conexiones entre procedimientos, conceptos. La cuarta categoría: contingencia, corresponde al uso de oportunidades de aprendizaje, de ideas de los estudiantes y de visión durante la instrucción.

Esta conceptualización de cada una de las cuatro dimensiones es la síntesis de un

conjunto de códigos que surgieron del análisis fundamentado de los datos primarios durante el desarrollo de las investigaciones en matemáticas (Rowland, Jared, & Thwaites, 2011).

### **El conocimiento del contenido para la enseñanza de las matemáticas**

Trascendiendo la teoría de Shulman, Ball (2008), propone un enfoque centrado en cómo los profesores tienen que conocer el contenido matemático, además, de determinar qué más necesitan saber los profesores acerca de las matemáticas, cómo y dónde los profesores pueden utilizar el conocimiento matemático en la práctica.

En este enfoque se estudia el trabajo que implica la enseñanza, orientado por interrogantes como ¿Qué necesitan hacer los profesores en la enseñanza de las matemáticas? en virtud de ser los responsables de la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos, ¿cómo este trabajo demanda de razonamiento matemático, comprensión, entendimiento y habilidad? ¿Cuáles son las actividades fundamentales exigidas y los objetivos generales de desarrollo en el aula? ¿Las matemáticas se tratan con integridad, las ideas de los estudiantes se toman en serio? ¿El trabajo matemático se desarrolla en colectivo o como un esfuerzo individual? Se busca comprender las formas en que la matemática se implica en el acontecer con lo habitual del día a día, momento a momento de las demandas de la enseñanza. Este análisis establece las bases para una teoría basada en la práctica del conocimiento matemático para la enseñanza (Ball & Bass, 2003).

### **Conclusiones**



El marco teórico TPACK se plantea como una poderosa herramienta teórica que resuelve y articula el problema de la implementación instrumental de las TIC a través del conocimiento tecnológico pedagógico de contenido capaz de reorientar las prácticas de aula centradas en la tecnología.

En el ámbito de la planeación educativa, el TPACK colabora en la construcción de currículos pertinentes, amplios y adecuados a la cultura digital orientados a implementar nuevas políticas de gestión y cambios en las prácticas educativas.

Así mismo, tal como se plantea a través de este modelo se asegura la innovación de las prácticas, métodos y técnicas pedagógico-didácticas en la implementación de las TIC para superar el uso tradicional en el cual se ha adelantado, generalmente, su utilización.

En cuanto a la formación del docente de matemáticas, el conocimiento tecnológico pedagógico del contenido favorece el desarrollo de competencias digitales, necesidad aún urgente, por cuanto es necesario llevar a cabo la formación de futuros maestros desde fundamentos teóricos distintos de los planteamientos con los cuales se ha venido orientando.

Se requiere de la profundización en la aplicación del TPACK y la socialización de experiencias significativas en torno a este tema como oportunidad de aprendizaje para los profesores de matemáticas que se inician en este campo o que han tenido desventaja con el uso de las herramientas tecnológicas.

Finalmente, es necesario reconocer que los profesores tienen *per se* un conocimiento tecnológico pedagógico de los contenidos sobre el que es necesario

reflexionar, profundizar y articular para la enseñanza de las matemáticas.

Los profesores deben utilizar la tecnología para transformar la enseñanza y crear oportunidades de aprendizaje para los estudiantes.

Los profesores deben utilizar la tecnología estratégicamente para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

Lo que los profesores creen acerca del uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas influye en la forma en que enseñan y utilizan estas herramientas.

## Referencias

- Ball, D., Hoover, M., & Phelps, G., (2008). Content Knowledge for Teaching. What Makes It Special? *Journal of Teacher Education* Volume 59 Number 5. Recuperado de [https://www.math.ksu.edu/~bennett/online\\_hw/qcenter/ballmkt.pdf](https://www.math.ksu.edu/~bennett/online_hw/qcenter/ballmkt.pdf)
- Ball, D. L., & Bass, H. (2003). Toward a practice-based theory of mathematical knowledge for teaching. In B. Davis & E. Simmt (Eds.), *Proceedings of the 2002 annual meeting of the Canadian Mathematics Education Study Group* (pp. 3-14). Edmonton, Alberta, Canada: Canadian Mathematics Education Study Group (Groupe Canadien d'étude en didactique des mathématiques).
- Koehler, M., & Mishra, P. (2008). *Introducing Technological pedagogical Knowledge*. En AACTE (eds). *The handbook of technological pedagogical content knowledge for educators*. Routledge/Taylor & Francis Group for the American Association of Colleges of Teacher Education.

- Mishra, P., & Koehler, M. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108 (6), 38. Obtenido de [http://punya.educ.msu.edu/publications/journal\\_articles/mishra-koehler-tcr2006.pdf](http://punya.educ.msu.edu/publications/journal_articles/mishra-koehler-tcr2006.pdf)
- Niess, M. L., Sadri, P., & Lee, K. (2007). Dynamic spreadsheets as learning technology tools: Developing teachers' technology pedagogical content knowledge (TPCK). Paper presented at the meeting of the American Educational Research Association Annual Conference, Chicago, IL.
- Niess, M. L., Ronau, R. N., Shafer, K. G., Driskell, S. O., Harper S. R., Johnston, C., Browning, C., Özgün-Koca, S. A., & Kersaint, G. (2009). Mathematics teacher TPACK standards and development model. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 4-24. Recuperado de: <http://www.citejournal.org/vol9/iss1/Mathematics/article1.cfm>
- Rowland, T., Jared, L., & Thwaites, A. (2011). Secondary Mathematics Teachers' Content Knowledge: The Case of Heidi. University of Cambridge, UK. Recuperado de [http://www.cerme7.univ.rzeszow.pl/WG/17a/CERME7\\_WG17A\\_Rowland\\_et\\_al..pdf](http://www.cerme7.univ.rzeszow.pl/WG/17a/CERME7_WG17A_Rowland_et_al..pdf)
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. Recuperado de: [http://www.fisica.uniud.it/URDF/masterDidSciUD/materiali/pdf/Shulman\\_1986.pdf](http://www.fisica.uniud.it/URDF/masterDidSciUD/materiali/pdf/Shulman_1986.pdf)
- Shulman, S. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.