



# UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

## Facultad de Educación

### NECESIDADES DE FORMACIÓN Y CREENCIAS DE CAPACIDAD DE PROFESORES EN EL USO DE TECNOLOGÍA PARA ENSEÑAR MATEMÁTICAS

Investigación para optar al título de Magíster en Educación, Línea en Educación  
Matemática

JAIME ANDRÉS CARMONA-MESA

Asesor

Dr. JHONY ALEXANDER VILLA-OCHOA

UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN AVANZADA

MEDELLÍN

2017



### **Agradecimientos**

A mis padres, por hacer posible este logro al darme la vida.

A Jhony Alexander Villa Ochoa, por la confianza y oportunas recomendaciones en momentos de incertidumbre.

A los integrantes de la Línea en Educación Matemática y de los Grupos de Investigación MATHEMA-FIEM y TecVEM, por la solidaridad académica y personal.

A Jesús Victoria Flores Salazar y José Ortiz Buitrago, por sus lecturas críticas y propositivas en la evaluación de la presente investigación.



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



## **Resumen**

En el presente estudio se investigaron los aportes de un curso específico denominado “Seminario de Especialización II” a la formación inicial de profesores de matemáticas en el uso de tecnología. En especial, se analizaron las necesidades de formación en dichos usos que se registran en la literatura, las características que debe tener un espacio de formación que promueva una identificación y atención de dichas necesidades y las creencias de capacidad de futuros profesores en el uso de tecnología para enseñar matemáticas.

Cada uno de los aspectos anteriores se consolidó como propósito específico del estudio y demandó referentes teóricos y estrategias metodológicas particulares. En este sentido, para el presente informe se adoptó el formato de múltiples artículos para reportar los hallazgos respecto a cada objetivo. Cada artículo (en adelante capítulo), además de atender a las particularidades de cada objetivo, aporta una visión de las contribuciones del Seminario en la formación de profesores y se complementa con los demás artículos para atender al objetivo general propuesto.

Para desarrollar este proyecto se realizó una revisión crítica de la literatura; un ajuste a la propuesta curricular del “Seminario de Especialización II”; una sistematización para dar cuenta de una mirada de saberes propios sobre las prácticas que empoderan las voces y actuaciones que nutren el desarrollo del “Seminario de especialización II”; y un estudio cuantitativo de carácter exploratorio que implicó la elaboración de un cuestionario para analizar las creencias de capacidad de los futuros profesores de matemáticas.



Las conclusiones globales del proyecto informaron que los aspectos significativos en el diseño del “Seminario de Especialización II” fueron: una metodología teórico-práctica, el trabajado colaborativo, el uso de talleres, la propuesta evaluativa y los contenidos no centrados en aspectos técnicos de la tecnología. Además, se concluyó que los futuros profesores usan tecnología para resolver problemas matemáticos que no implican un uso efectivo de tecnología para enseñar matemáticas. En este sentido, es necesario ampliar aportes empíricos en futuras investigaciones que permitan trascender de usos personales a usos educativos de la tecnología.

*Palabras clave:* formación inicial de profesores, autoeficacia, sistematización de las prácticas



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



## Abstract

In this study, contributions of a course named ‘Seminario de Especialización II’ to the initial training of mathematics teachers in the use of technology were researched. In particular, this study analyzes training needs reported in literature regarding these uses, characteristics of a training space that promotes the identification and the attention of these needs and, beliefs of pre-service teachers about their own ability to use technology for teaching mathematics.

Every aspect above became a specific purpose of the research requiring theoretical references and particular methodological strategies. In this sense, this study is presented using a multiple paper format to report findings regarding each objective. Every article (henceforth chapter), in addition to addressing the particularities of each objective, provides a vision about the contributions of the seminar to the teacher training and it is complemented with the other articles to address the overall purpose.

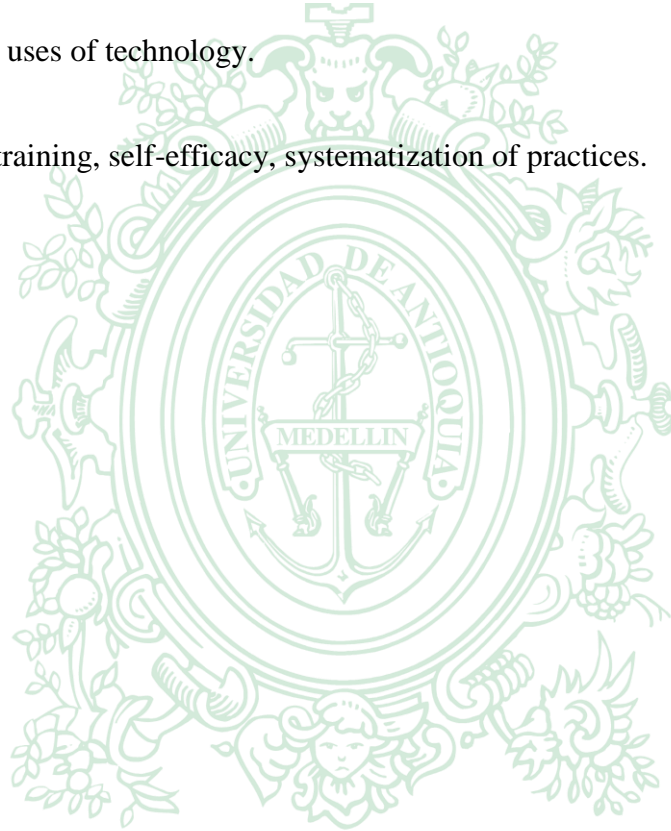
Several actions were carried out in this study: a critical literature review, an adjustment to the curricular proposal of the ‘Seminario de especialización II’, a systematization to report the way of looking at the own knowledge about the practices that empower voices and actions that participate in the ‘Seminario de especialización II’ and, a quantitative exploratory study that involved the preparation of a questionnaire in order to analyze beliefs of mathematics teachers about their ability.

Overall conclusions report the following significant aspects in the design of the seminar: a theoretical-practical methodology, collaborative work, use of workshops,



evaluative proposal and contents not focused on technical aspects of technology. In addition, future teachers use technology to solve mathematical problems but it does not involve an effective use of technology for teaching mathematics. In this sense, it is necessary to expand empirical contributions in future researches to move from personal uses to educational uses of technology.

*Key words:* initial training, self-efficacy, systematization of practices.



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



## **Resumo**

Este estudo centrou-se nas contribuições de um curso específico chamado "Seminário de Especialização II" para a formação inicial de professores de matemática no uso da tecnologia. Em particular, as necessidades de formação nesses usos que são registradas na literatura, foram analisadas as características de um espaço de formação que promove a identificação e atenção dessas necessidades e as crenças de habilidade dos futuros professores no uso da tecnologia para o ensino de matemática.

Cada um dos aspectos anteriores consolidado como um propósito específico do estudo e exigiu aproximações teóricas e estratégias metodológicas específicas. Nesse sentido, para o presente relatório, o formato de vários artigos foi adotado para relatar as descobertas sobre cada objetivo. Cada artigo (a seguir capítulo), além de abordar as particularidades de cada objetivo, fornece uma visão das contribuições do Seminário na formação de professores e é complementado com os outros artigos para atender ao objetivo geral proposto.

A pesquisa iniciou com uma revisão crítica da literatura; depois foram feitas modificações à proposta curricular do "Seminário de Especialização II" com base nelas se realizou uma sistematização para explicar a visão de práticas que legitimam as vozes e ações dos envolvidos no "Seminário de especialização II". Finalmente se fez um estudo exploratório quantitativo que envolveu a elaboração de um questionário para analisar as crenças de capacidade de futuros professores de matemática no uso de tecnologia.



As conclusões gerais da pesquisa informaram que os aspectos significativos no "Seminário de Especialização II" foram: uma metodologia teórico-prática, o trabalho colaborativo, o uso de minicursos/oficinas, a proposta de avaliação e os conteúdos não focados em aspectos técnicos da tecnologia. Além disso, concluiu-se que os futuros professores usam tecnologia para resolver problemas matemáticos que não envolvem um uso efetivo da tecnologia para ensinar matemática. Nesse sentido, é necessário expandir contribuições empíricas em investigações futuras que permitam transcender usos pessoais para uso educacional da tecnologia.

*Palavras-chave:* formação inicial de professores de matemática, auto-eficácia, sistematização de práticas



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3





Contenido

Capítulo 1: Introducción... 11
Formatos alternativos para la publicación de tesis. Ventajas y desventajas... 18
Referencias... 24
Capítulo 2: Necesidades de formación en futuros profesores para el uso de tecnologías. Resultados de un estudio documental... 29
Introducción... 30
Método... 33
Resultados... 35
Necesidad de formación Experiencial... 36
Necesidad de formación Funcional... 38
Necesidad de formación Actitudinal... 39
Necesidad de formación Ética... 40
Necesidad de formación Crítica... 41
Necesidad de formación Pragmática... 42
Discusión... 43
Aproximación al movimiento entre las necesidades de formación... 43
Implicaciones de los factores internos y externos... 45
Conclusiones y recomendaciones... 46
Referencias... 47
Capítulo 3: Experiencias en un curso de formación de profesores en el uso de tecnología: los casos de las calculadoras simples y los videojuegos... 54
Introducción... 55
Referentes conceptuales... 56
Referente metodológico... 58
Diseño del Seminario de Especialización II... 58
Sistematización del Seminario de Especialización II... 60
Líneas de fuerza... 62
Necesidades de formación emergentes atendidas en el Seminario de especialización II... 64
Usos de tecnología que hacen los futuros profesores de matemáticas al proyectar su enseñanza en el ejercicio profesional... 74
Aprendizajes y desafíos... 79



**Facultad de Educación**

Agradecimientos ..... 81

Referencias..... 81

Capítulo 4: Autoeficacia de profesores en formación inicial en el uso de tecnología para enseñar matemáticas..... 83

    Introducción ..... 85

    Autoeficacia en la formación inicial de profesores ..... 86

    Diseño del cuestionario “Preparación en el uso de tecnología para enseñar matemáticas” ..... 88

        Redacción de los ítems del cuestionario “Preparación en el uso de tecnología para enseñar matemáticas” ..... 90

        Necesidades de formación en el uso de tecnología para enseñar matemáticas..... 93

    Diseño del curso ..... 94

    Resultados ..... 96

    Discusión y conclusiones..... 101

        Autoeficacia de profesores en formación inicial para usar tecnología al enseñar matemáticas. .... 101

        Influencia del curso en la autoeficacia de los futuros profesores..... 104

        Aportes a las necesidades de formación en el uso de tecnología. .... 106

        Aspectos a fortalecer en futuras investigaciones. .... 106

    Conclusiones ..... 107

    Referencias..... 109

Capítulo 5: Discusión y conclusiones globales ..... 115



## **Capítulo 1: Introducción**

En este capítulo se narra la motivación personal y el contexto que dio origen al estudio, se plantea el problema de investigación que se atiende a partir de tres objetivos específicos, se describe cómo se desarrolló el proceso investigativo y se presentan las razones para elegir la escritura de la tesis en el formato múltiples artículos.

A título personal, la formulación de la presente investigación tuvo sus orígenes en el año 2014, cuando terminaba el proceso de formación en la Licenciatura en Matemáticas y Física. Entre las múltiples inquietudes, preocupaciones y desafíos que dejó dicha formación, predominaba las habilidades que sentía tener para usar tecnología en el ejercicio profesional. Es importante aclarar que no solo existían sentimientos negativos, pero estos fueron los insumos que motivaron problematizar los procesos formativos en el uso de tecnología de la Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Matemáticas de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia.

Con una escasa experiencia profesional y con muchos deseos de investigar, asumí funciones administrativas dentro de la Facultad en mención. Tenía la responsabilidad de velar por el funcionamiento de la infraestructura tecnológica dispuesta en los espacios físicos y acompañar su uso durante la formación en los programas ofertados. Esta experiencia de varios años permitió identificar que se disponía de recursos, no los mejores, pero se tenían tecnologías que no se aprovechaban; y paradójicamente, eran recursos adquiridos por los programas que formaban en educación matemática y en ciencias naturales.



**Facultad de Educación**

En el 2015 tomé la decisión de continuar con la formación en posgrado para analizar el uso de tecnología en la formación inicial de profesores. Esto implicó un rastreo en la Facultad de los grupos de investigación que tenían afinidad disciplinar con el pregrado culminado en el 2014 y se establecieron diálogos con el grupo MATHEMA-Formación e Investigación en Educación Matemática -MATHEMA-FIEM-. Este grupo contaba con una amplia trayectoria en investigaciones que estudiaban la modelación matemática en diferentes niveles de formación y contextos. En especial, es de interés el proyecto con código FPP01 financiado por el Comité para el Desarrollo de la Investigación -CODI- de la Universidad de Antioquia y la Facultad de Educación.

El proyecto FPP01 analizó los aportes de las tecnologías digitales y la modelación matemática en la formación del futuro profesor de matemáticas. Si bien las reflexiones giraban en torno a los aportes de la modelación matemática, este proyecto evidenció la necesidad de estudiar los usos de tecnología en la formación de profesores. Entre los diferentes aportes del proyecto se tuvo la consolidación de los espacios de formación “Seminario de especialización I” y “Seminario de especialización II”, el primero centrado en modelación y el segundo en el uso de tecnología.

El reconocimiento empírico del contexto y la experiencia investigativa del MATEMA-FIEM convergieron en la formulación del presente proyecto de maestría iniciado en el 2015-2. En su momento, el interés investigativo era rastrear en la literatura las estrategias informadas como significativas en la formación inicial de profesores en el uso de tecnología. En ese sentido, el proyecto se propuso contribuir en la formación inicial



de profesores de la Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Matemáticas frente al uso de tecnología para la enseñanza de los contenidos disciplinares.

El proyecto de maestría cobró relevancia para el contexto de la Licenciatura que se encontraba en proceso de reacreditación y transformación curricular ante el Ministerio de Educación colombiano. Este proceso exigía un cambio en los contenidos y la presentación de una nueva versión de su malla curricular. Uno de los planteamientos del Ministerio refería considerar la formación inicial de profesores en el uso de tecnología de forma transversal a todo el programa, no en cursos específicos.

Para iniciar el proceso de transformación curricular se eligió como base la segunda versión del programa. En esta versión se contaba con tres espacios de formación para el uso de tecnología que podían cursarse en cualquier orden. El primero era el “Seminario de Especialización II” en el octavo semestre, el segundo era “Tecnologías en Educación Matemática” en el noveno, y el tercero era “Ciberculturas, medios y mediaciones” en el décimo semestre del programa. Este último espacio de formación reflexiona aspectos éticos del uso de tecnología.

En la versión del 2018, de los tres espacios de formación para el uso de tecnología, solo aparecía en la malla curricular el “Seminario de Especialización II” y estaba en análisis la continuación de su temática, refinada e investigada desde el 2015 por el grupo MATHEMA-FIEM, o si se destinaba a otros fines. Además, “Ciberculturas, medios y mediaciones” se ajustó como curso electivo (opcional) y “Tecnologías en Educación Matemática” se transformó en un componente transversal al programa de formación.



Entre tensiones administrativas y académicas y con la plena convicción empírica e investigativa de la importancia de un espacio como el “Seminario de Especialización II”, se inició el presente proyecto de investigación con el objetivo general de analizar contribuciones del Seminario de Especialización II en la formación inicial de profesores en el uso de tecnología para enseñar matemáticas.

Si bien el proyecto FPP01 sensibilizó sobre la pertinencia de estudiar el uso de tecnología en la formación inicial de profesores, se requería poner en diálogo el diseño del “Seminario de Especialización II” con las tendencias y necesidades que la literatura reportaba hasta el momento. Por lo tanto, se planteó el primer objetivo específico Identificar necesidades de formación para el uso de tecnología que deben ser atendidas en los programas de formación inicial de profesores.

Este objetivo se proyectó metodológicamente como un análisis documental bajo los criterios de una revisión crítica de la literatura (Jesson y Lacey, 2006). Para la mitad del primer semestre de 2016, se logró atender dicho objetivo con los siguientes aportes: el planteamiento de una postura frente a la formación inicial de profesores y a la tecnología; recomendaciones metodológicas para el diseño de cursos específicos en el que se integrara el uso de tecnología para la formación inicial de profesores; la adjetivación de seis tipos de necesidades en la formación para el uso de tecnología; y una aproximación a la forma en que dichas necesidades se desarrollan.

Al respecto, por una parte, en el planteamiento de una postura frente a la formación inicial de profesores se reconoció la necesidad de conocimientos en diferentes dominios como el pedagógico, el tecnológico, el didáctico y el matemático (Koehler y Mishra, 2009)

**Facultad de Educación**

que se articulan a las formas de hacerlos y producirlos (Radford, 2014), una formación que trasciende reflexiones sobre las experiencias vividas hacia una proyección práctica en el ejercicio profesional.

Por otra parte, frente al planteamiento de una postura frente a la tecnología, se asumió una visión integradora de análogas y digitales (Koehler y Mishra, 2009), que trasciende la concepción de artefactos o recursos aislados de un contexto o una praxis (Gueudet y Trouche, 2009; Sokhna y Trouche, 2015), y transforma lo que es cognoscible y la manera en que algo puede ser conocido (Radford, 2014). En este sentido, se planteó un enfoque de tecnología que no limita las acciones del futuro profesor a condiciones ideales de infraestructura, no desconoce tendencias educativas contemporáneas (p. ej. dispositivos móviles, redes sociales, videojuegos, software educativos y robótica) y promueve la discusión de las posibilidades y formas de actuar en las aulas con el uso de tecnología.

Frente a las recomendaciones metodológicas para el diseño de cursos específicos en el que se integre el uso de tecnología para la formación inicial de profesores, éstas se relacionan con la naturaleza de las necesidades de formación adjetivadas. En consecuencia, se construyó un conjunto de seis necesidades: experiencial, funcional, actitudinal, ética, crítica y pragmática. Si bien se propuso una génesis y evolución, el movimiento entre las necesidades de formación desbordó las posibilidades del estudio en el marco del objetivo específico.

Al discutir con el orientador los logros parciales del presente proyecto de investigación, se identificaron factores emergentes y pertinentes para ser investigados durante el tiempo restante. Los factores resaltados fueron: identificar las características que

**Facultad de Educación**

debe tener un espacio de formación que promueva una identificación y atención de las necesidades de formación en el uso de tecnología de los futuros profesores, analizar el movimiento entre las necesidades de formación, describir las transformaciones que generó el “Seminario de Especialización II” en los futuros profesores y analizar las implicaciones de dicha transformación en la proyección del uso de tecnología por parte de los futuros profesores en el ejercicio profesional.

Con respecto al deseo de analizar los factores e inquietudes emergentes en los resultados de la revisión crítica de la literatura, este exigió plantear como segundo objetivo específico Describir las características que debe tener un espacio de formación, que permita reconocer y atender las necesidades de formación en el uso tecnología de los futuros profesores de la Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Matemáticas y, como tercer objetivo específico, describir la autoeficacia de profesores en formación inicial en el uso de tecnología para enseñar matemáticas, a partir de las transformaciones generadas en un curso específico.

Por una parte, el segundo objetivo específico planteó realizar una sistematización como mirada de saberes propios sobre las prácticas desarrolladas en el “Seminario de Especialización II” durante el segundo semestre de 2016. La sistematización buscó que la práctica fuera leída a través de múltiples miradas y expresada desde múltiples voces, no necesariamente homogéneas, al considerarla como un esfuerzo por producir poder y empoderamiento de esa polifonía que permitió visibilizar los rostros, voces y saberes que nutren e impulsan las prácticas en el curso (Mejía, 2012).



**Facultad de Educación**

De forma paralela, en el segundo semestre del 2016, se realizó la convocatoria interna “Innovaciones didácticas para la formación de maestros en Educación Superior, en la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia”. Esta convocatoria constituyó una oportunidad para visibilizar la sistematización y el proyecto fue aprobado con acta 22002301-04-2016.

Por otra parte, en la formulación del tercer objetivo específico, el rastreo de la literatura informó las creencias de los futuros profesores frente a su capacidad para usar tecnología al para enseñar matemáticas como una necesidad transversal a la adjetivación propuesta (Abbitt, 2011; Abbitt y Klett, 2007; Al-Awidi y Alghazo, 2012; Hung, Huang, y Hwang, 2014; Mama y Hennessy, 2013; Milbrath y Kinzie, 2000; Shaughnessy, 2004; Teo, 2009; Usher y Pajares, 2008; Yang y Wu, 2013). Dichas creencias se evidenciaron con la denominación de autoeficacia y fueron registradas como un predictor fuerte de las posibles acciones del futuro profesor para usar tecnología al enseñar matemáticas en el ejercicio profesional (Bandura, 1977; 2006; 2012). Además, la literatura informó que la autoeficacia es investigada de forma usual bajo metodología cuantitativa.

En concordancia, en el rastreo de cuestionarios que analizan la autoeficacia como necesidad de formación transversal en el uso de tecnología, se identificó la falencia existente en la especificidad temática (Bandura, 2006; 2012; Doukakis, Chionidou-Moskofoglou, Mangina-Phelan, y Roussos, 2010; Prieto, 2005) y fue necesario diseñar el cuestionario “Preparación en el uso de tecnología para enseñar matemáticas”. En dicho cuestionario se formularon indicadores para analizar la autoeficacia en coherencia con la naturaleza de las necesidades de formación adjetivadas.

Facultad de Educación

El trabajo de campo del tercer objetivo específico se desarrolló en el segundo semestre de 2016 con una población de 16 estudiantes que cursaban el “Seminario de Especialización II”. En este se analizaron medias relacionadas para estudiar el efecto del curso en la autoeficacia de los futuros profesores para usar tecnología. El estudio se amplió con análisis de correlación que permitió contrastar la consistencia de lo informado en el cuestionario y analizar el movimiento entre las necesidades de formación. Además, se realizó análisis de varianza multifactorial y prueba de Kruskal-Wallis para determinar si los factores edad, género y experiencia docente influían en la autoeficacia.

Los tres objetivos específicos en conjunto permitieron identificar los aportes del “Seminario de Especialización II” a la formación de los futuros profesores en el uso de tecnología para enseñar matemáticas. Sin embargo, también se develaron desafíos frente a nuevas temáticas, experiencias y diseño de espacios de formación. En este sentido, los aportes de los tres objetivos específicos, si bien tienen autonomía teórica y metodológica, no son disyuntos respecto al objetivo general. Por lo tanto, la investigación se desarrolló de forma dinámica, emergente y articulada a un objetivo general; debía dar cuenta del proceso y, en consecuencia, se eligió un formato alternativo en estructura y escritura.

**Formatos alternativos para la publicación de tesis. Ventajas y desventajas**

Considerar formatos alternativos al tradicional para la publicación de tesis en el área de la educación tiene amplia trayectoria investigativa (Barbosa, 2015; Duke y Beck, 1999; Thomas, 2015; Watson y Nehls, 2016) y como ejemplos en el área de Educación Matemática se puede referenciar la tesis de maestría de Parra (2015) y las tesis doctorales de Frejd (2014) y Teixeira (2010), entre otras.

**Facultad de Educación**

El formato tradicional de publicación para proyectos de maestría y doctorado exige, por lo general, introducción, revisión de la literatura, metodología, resultados y conclusiones (Thomas, 2015). Sin embargo, Duke y Beck (1999), Thomas (2015) y Watson y Nehls (2016) plantean que entre las principales críticas al formato tradicional se tiene la poca divulgación y la pérdida de autenticidad. La poca divulgación se refiere a la baja publicación de las tesis en formato de artículos académicos y muchos de las revistas arbitradas consideran las tesis, al igual que las memorias de eventos, como literatura gris. La falta de autenticidad se asocia con la interiorización que llega a tener un proyecto en los investigadores, en cuanto demanda mayor esfuerzo y tiempo en algo que tendrá baja divulgación y, por ende, poco reconocimiento en el medio académico.

Por lo tanto, ante las críticas planteadas al formato tradicional, emergen en la literatura alternativas para la publicación de tesis relacionadas con el tipo de estructura y de escritura. Respecto a la primera alternativa se encuentra el formato de múltiples artículos (Barbosa, 2015; Duke y Beck, 1999; Thomas, 2015; Watson y Nehls, 2016) y los formatos de novelas, portafolios y guión cinematográfico (Barbosa, 2015; Watson y Nehls, 2016); y respecto a la segunda, se encuentra la escritura tradicional (Duke y Beck, 1999; Thomas, 2015; Watson y Nehls, 2016) y la narrativa (Barbosa, 2015).

El formato alternativo responde a la estructura, es decir, al formato de múltiples artículos, ya que se divide en cinco capítulos en los cuales predomina una escritura tradicional, pero en el primer y último capítulo se recurre a la narrativa. La elección de este formato impuso varias ventajas y desventajas.

**Facultad de Educación**

Entre las ventajas se tiene mayor visibilidad y productividad en el trabajo, interacción con pares, mejor formación académica al considerar diferentes métodos de investigación, y menor estrés al lograr los objetivos de manera sistemática (Duke y Beck, 1999; Teixeira, 2010; Thomas, 2015; Watson y Nehls, 2016).

Las desventajas asumidas en la elección del formato implicaron la fragmentación de la tesis (Teixeira, 2010; Watson y Nehls, 2016), la función del comité evaluador del proyecto (Barbosa, 2015; Watson y Nehls, 2016), la calidad o rigor del mismo (Duke y Beck, 1999; Watson y Nehls, 2016) y, una inquietud que emergió en las discusiones con el grupo de investigadores que fortalecieron la coherencia epistemológica en las teorías y metodologías del mismo.

La fragmentación de la tesis se atendió al tener en cuenta el objetivo general durante el desarrollo de la investigación.

Por lo tanto, si bien cada capítulo tenía independencia teórica y metodológica, el capítulo introductorio presenta los siguientes y evidencia su diversidad, al tiempo que, evidencia la conexión entre los aportes de los objetivos específicos al objetivo general. Además se propuso un capítulo de cierre que retoma las conclusiones parciales en relación con el propósito inicial del proyecto (Frejd, 2014; Parra, 2015; Teixeira, 2010).

Autores como Barbosa (2015), Thomas (2015) y Watson y Nehls (2016) mencionan que una de las principales dificultades para implementar este tipo de formatos alternativos se encuentra en los orientadores y el comité evaluador de dichos proyectos. Por un lado, los orientadores no son flexibles frente a las dinámicas que supone un formato alternativo por

**Facultad de Educación**

limitaciones administrativas, temores en la calidad de trabajo e inquietudes respecto a sus funciones y las del comité evaluador dentro de dicha propuesta (Thomas, 2015; Watson y Nehls, 2016). Por otro lado, el comité evaluador presenta resistencia a formatos poco usuales y desconoce el objetivo de su labor al evaluar, pues el formato de múltiples artículos en ocasiones presenta varios capítulos ya evaluados por pares en revistas arbitradas (Barbosa, 2015; Teixeira, 2010).

En contraste, las funciones del orientador en tiempo son las mismas (Thomas, 2015) y en gran medida solo demandan flexibilidad para recurrir a varias teorías y metodologías en un mismo estudio (Thomas, 2015; Watson y Nehls, 2016). Si bien los capítulos pueden ser aprobados en revistas, previo a la entrega del proyecto, el comité evaluador puede enriquecer dichas evaluaciones con otras miradas a los documentos (Teixeira, 2010); además, tiene la responsabilidad de analizar el trabajo en forma global y considerar si los objetivos específicos y sus aportes se articulan con el objetivo general.

La calidad o rigor en los formatos alternativos es discutido en términos de su naturaleza, ya que ampliar el alcance de la investigación conduce a una pérdida en profundidad (Thomas, 2015). Contrario a esto, Teixeira (2010) afirma que formatos como el de múltiples artículos tiene mayor rigor ya que al escribir los capítulos de la tesis como artículos y someterlos a revistas arbitradas es necesario cualificar mejor el contenido a medida que se avanza y, en consecuencia, se tiene un proyecto más refinado para presentar al comité evaluador. Por otro lado, los lectores y evaluadores de formatos como el de múltiples artículos deben crear conciencia y sensibilidad de los matices en el estilo de escritura, pues las normas APA no siempre son las solicitadas por las revistas académicas a

las cuales se presentan los capítulos; además, las tablas, gráficos e ilustraciones conservan coherencia numérica con el capítulo y no con el documento global.

El formato de múltiples artículos puede ser usado de forma reduccionista, cuando cada capítulo carece de rigor académico en su escritura, en el rastreo de literatura, en el refinamiento metodológico y en los logros alcanzados. En este sentido, las inquietudes de calidad o rigor en el presente proyecto fueron atendidas con la lectura minuciosa de los colectivos de investigación Tecnologías y Visualización en Educación Matemática - TecVEM-, MATHEMA-FIEM y Seminario Permanente de la Maestría, discusiones continuas con el orientador del presente proyecto, revisión por parte un corrector de estilo y posterior envío a evaluación en revistas arbitradas.

Además, el capítulo 2 se encuentra aprobado para publicación en junio de 2017 con el Vol. XXXVIII, Nº 1, de la Revista Paradigma (ISSN: 1011-2251), el capítulo 3, por exigencia de la convocatoria a la cual se presentó, será publicado en la Revista Cuadernos Pedagógicos (ISSN: 1657-5547) y el capítulo 4 se encuentra en traducción al inglés con el fin de enviarlo a revistas con afinidad temática y metodológica.

Una preocupación frente a los formatos alternativos no informada en la literatura rastreada, se refiere a la coherencia epistemológica en las teorías y metodologías elegidas. Es importante discutir esta coherencia para orientar a los lectores de este tipo de formatos y conservar rigor y calidad con respecto a los proyectos de investigación que lo eligen.

Al respecto, existe una tendencia creciente en Educación Matemática por realizar trabajos en Redes de Teorías (Networking of Theories), dichos trabajos constituyeron un

referente para analizar la coherencia epistemológica en las teorías y metodologías elegidas en formatos alternativos.

Los trabajos en Redes de Teorías son ampliamente aceptados en revistas de alto impacto (Bikner-Ahsbabs y Prediger, 2010; Prediger, Bikner-Ahsbabs, y Arzarello, 2008) y en eventos de influencia (Prediger, Arzarello, Bosch, y Lenfant, 2008). Como ejemplo, se pueden identificar los trabajos de Drijvers, Godino, Font, y Trouche (2012), Lagrange y Psycharis (2011), Even y Schwarz (2003) y Maier y Steinbring (1998).

El trabajo en Redes de Teorías se propone como crítica a la diversidad de teorías existentes, que fomentan una percepción de la comunidad en Educación Matemática fragmentada y sin identidad como campo de estudio (Bikner-Ahsbabs y Prediger, 2010; Drijvers et al., 2012; Prediger, Bikner-Ahsbabs, et al., 2008). Dicha diversidad de teorías sólo puede ser fructífera cuando diferentes enfoques y tradiciones vienen en interacción (Bikner-Ahsbabs y Prediger, 2010), en donde cada lente teórica específica ofrece su propia visión particular sobre el fenómeno y las limitaciones de dicha especificidad se atienden con otra lente (Drijvers et al., 2012).

El estudio de un fenómeno bajo diferentes lentes no sólo enriquece el análisis y la comprensión del fenómeno, la articulación de los diferentes enfoques conduce a una mejor comprensión de las posibilidades y limitaciones de cada una de las teorías involucradas (Drijvers et al., 2012). Los elementos teóricos no se combinan o encajan epistemológicamente (Prediger, Bikner-Ahsbabs, et al., 2008) de forma necesaria en todos los casos; a veces, los enfoques teóricos solo se yuxtaponen de acuerdo a un aspecto



específico, lo que implica la combinación en vez de la coherencia epistemológica (Bikner-Ahsbabs y Prediger, 2010) .

La combinación de enfoques teóricos no requiere la complementariedad de los mismos, incluso teorías en conflicto de supuestos básicos se pueden combinar con el fin de obtener una visión de múltiples facetas en el fenómeno estudiado (Bikner-Ahsbabs y Prediger, 2010). Si bien el trabajo en Redes de Teorías no contempla los formatos alternativos como el de múltiples artículos, sus planteamientos fortalecen la comprensión de dichos formatos y su coherencia teórica y metodológica. Además, los formatos alternativos favorecen el estudio de la multiplicidad de aristas que tiene un problema de investigación empírico y como tal, las metodologías que se propongan para atenderlo deben guardar consonancia con la naturaleza de la pregunta y de los objetivos.

Lo descrito hasta el momento pone en evidencia la diversidad de análisis en el presente proyecto, las conexiones y complementariedad existentes entre los diferentes capítulos con el objetivo general y la pertinencia de las elecciones realizadas. Por ello, y sin más preámbulos, se presentan a continuación cada uno de los artículos que representan el proyecto de investigación.

### Referencias

- Abbitt, J. (2011). An investigation of the relationship between self-efficacy beliefs about technology integration and technological pedagogical content knowledge (TPACK) among preservice teachers. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 27(4), 134–143. doi: 10.1080/21532974.2011.10784670
- Abbitt, J., y Klett, M. (2007). Identifying influences on attitudes and self-efficacy beliefs towards technology integration among pre-service educators. *Electronic Journal for*



Facultad de Educación

*the integration of technology in Education*, 6, 28–42.

- Al-Awidi, H. M., y Alghazo, I. M. (2012). The effect of student teaching experience on preservice elementary teachers' self-efficacy beliefs for technology integration in the UAE. *Educational Technology Research and Development*, 60(5), 923–941. doi: 10.1007/s11423-012-9239-4
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191–215. doi: 10.1037/0033-295X.84.2.191
- Bandura, A. (2006). Guide for constructing self-efficacy scales. En F. Pajares y Ti. Urdan (Eds.), *Self-efficacy beliefs of adolescents* (pp. 307–337). United States of America: Information Age Publishing.
- Bandura, A. (2012). On the Functional Properties of Perceived Self-Efficacy Revisited. *Journal of Management*, 38(1), 9–44. doi: 10.1177/0149206311410606
- Barbosa, J. C. (2015). Formatos insubordinados de dissertações e teses na educação matemática. En B. D'Ambrósio y C. Lopes (Eds.), *Vertentes da subversão na produção científica em Educação Matemática* (pp. 347–367). Campinas: Mercado de Letras.
- Bikner-Ahsbahs, A., y Prediger, S. (2010). Networking of Theories—An Approach for Exploiting the Diversity of Theoretical Approaches. En B. Sriraman y L. English (Eds.), *Advances in Mathematics Education. Theories of Mathematics Education: Seeking New Frontiers*. (pp. 483–506). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-642-00742-2
- Doukakis, S., Chionidou-Moskofoglou, M., Mangina-Phelan, E., y Roussos, P. (2010). Measuring technological and content knowledge of undergraduate primary teachers in mathematics. En *Communications in Computer and Information Science* (Vol. 73, pp. 405–410). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-642-13166-0\_57
- Drijvers, P., Godino, J. D., Font, V., y Trouche, L. (2012). One episode, two lenses. *Educational Studies in Mathematics*, 23–49. doi: 10.1007/s10649-012-9416-8
- Duke, N. K., y Beck, S. W. (1999). Education Should Consider Alternative Formats for the Dissertation. *Educational Researcher*, 28(3), 31.
- Even, R., y Schwarz, B. B. (2003). Implications of competing interpretations of practice for research and theory in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*,

54(2), 283–313. doi: 10.1023/B:EDUC.0000006166.50134.7a

- Frejd, P. (2014). *Modes of Mathematical Modelling. An analysis of how modelling is used and interpreted in and out of school settings (Tesis doctoral)*. Linköping University, SE-581 83 Linköping, Sweden.
- Gueudet, G., y Trouche, L. (2009). Towards new documentation systems for mathematics teachers? *Educational Studies in Mathematics*, 71(3), 199–218. doi: 10.1007/s10649-008-9159-8
- Hung, C.-M., Huang, I., y Hwang, G.-J. (2014). Effects of digital game-based learning on students' self-efficacy, motivation, anxiety, and achievements in learning mathematics. *Journal of Computers in Education*, 1(2–3), 151–166. doi: 10.1007/s40692-014-0008-8
- Koehler, M. J., y Mishra, P. (2009). What Is Technological Pedagogical Content Knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70.
- Lagrange, J.-B., y Psycharis, G. (2011). Combining theoretical frameworks to investigate the potential of computer environments offering integrated geometrical and algebraic representations. En *ICTMT10 - Tenth International Conference on Technology in Mathematics Teaching* (pp. 196–201). Portsmouth, UK.
- Maier, H., y Steinbring, H. (1998). Begriffsbildung im alltäglichen Mathematikunterricht - Darstellung und Vergleich zweier Theorieansätze zur Analyse von Verstehensprozessen. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 19(4), 292–329. doi: 10.1007/BF03338878
- Mama, M., y Hennessy, S. (2013). Developing a typology of teacher beliefs and practices concerning classroom use of ICT. *Computers & Education*, 68, 380–387. doi: 10.1016/j.compedu.2013.05.022
- Milbrath, Y.-C., y Kinzie, M. (2000). Computer Technology Training for Prospective Teachers: Computer Attitudes and Perceived Self-Efficacy. *Journal of Technology and Teacher Education*, 8(4), 373–396.
- Parra, M. (2015). *Participación de estudiantes de quinto grado en ambientes de modelación matemática. Reflexiones a partir de la perspectiva socio-crítica de la modelación matemática (Tesis de maestría)*. Universidad de Antioquia, Medellín,

Facultad de Educación

Colombia.

- Prediger, S., Arzarello, F., Bosch, M., y Lenfant, A. (2008). Comparing, Combining, Coordinating - Networking strategies for connecting theoretical approaches. En *ZDM - International Journal on Mathematics Education* (Vol. 39, pp. 1–2).
- Prediger, S., Bikner-Ahsbals, A., y Arzarello, F. (2008). Networking strategies and methods for connecting theoretical approaches: First steps towards a conceptual framework. *ZDM - International Journal on Mathematics Education*, 40(2), 165–178. doi: 10.1007/s11858-008-0086-z
- Prieto, L. (2005). *Las creencias de autoeficacia docente del profesorado universitario (Tesis doctoral)*. Universidad Pontificia Comillas de Madrid, Madrid, España.
- Radford, L. (2014). On the role of representations and artefacts in knowing and learning. *Educational Studies in Mathematics*, 85(3), 405–422. doi: 10.1007/s10649-013-9527-x
- Shaughnessy, M. F. (2004). An interview with Anita Woolfolk: The educational psychology of teacher efficacy. *Educational Psychology Review*, 16(2), 153–176. doi: 10.1023/B:EDPR.0000026711.15152.1f
- Sokhna, M., y Trouche, L. (2015). Formation mathématique des enseignants : quelles médiations documentaires?. Recuperado de <https://goo.gl/NBrpJT>
- Teixeira, E. S. (2010). *Argumentação e abordagem contextual no ensino de física (Tesis doctoral)*. Universidade Federal da Bahia y Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, Brasil.
- Teo, T. (2009). Examining the relationship between student teachers' self-efficacy beliefs and their intended uses of technology for teaching: A structural equation modelling approach. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 8(4), 7–16.
- Thomas, R. A. (2015). *The Effectiveness of Alternative Dissertation Models in Graduate Education (Tesis de maestría)*. All Theses and Dissertations. Brigham Young University, Utah, Estados Unidos.
- Usher, E. L., y Pajares, F. (2008). Sources of Self-Efficacy in School: Critical Review of the Literature and Future Directions. *Review of Educational Research*, 78(4), 751–796. doi: 10.3102/0034654308321456
- Watson, D. L., y Nehls, K. (2016). Alternative Dissertation Formats: Preparing Scholars for



**Facultad de Educación**

the Academy and Beyond. En V. Storey y K. Hesbol (Eds.), *Contemporary Approaches to Dissertation Development and Research Methods* (pp. 43–52). IGI Global book series Advances in Knowledge Acquisition, Transfer, and Management. doi: 10.4018/978-1-5225-0445-0

Yang, H. H., y Wu, D. (2013). Improving self-efficacy for electronic portfolio development. En *Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 8038, pp. 167–177). Springer. doi: 10.1007/978-3-642-39750-9\_16



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



## Capítulo 2: Necesidades de formación en futuros profesores para el uso de tecnologías.

### Resultados de un estudio documental

#### *Resumen*

El objetivo del artículo es identificar necesidades de formación para el uso de tecnología en la enseñanza de las diferentes disciplinas que deben ser atendidas en los programas de formación inicial de profesores. A partir de un análisis documental, se revisaron 44 estudios entre artículos y memorias de eventos académicos (artículos publicados del 2005 al 2015 y memorias del 2013 al 2015). El trabajo adjetiva seis tipos de necesidades en la formación para el uso de tecnología y propone un acercamiento a la forma en que se desarrollan; además se aportan recomendaciones metodológicas para el diseño de cursos específicos en el que se incorpore el uso de tecnología para la formación inicial de profesores.

*Palabras Claves:* formación inicial de profesores, uso de tecnología, enseñanza, programas de formación, revisión de literatura.

### **Training Needs of Pre-Service Teachers for the Use of Technology. Desk Study**

#### **Results**

#### *Abstract*

The aim of the present paper is to identify training needs for use of technology in teaching of different disciplines which have to be attended in pre-service teacher training program. Based on a desk analysis, forty-four studies including articles and records of



academic events were reviewed (articles published from 2005 to 2015 and records from 2013 to 2015.) This research describes six types of training needs for use of technology and proposes an approach to the way these are developed; in addition, it provides methodological suggestions for designing specific courses that include use of technology for pre-service teacher training.

*Keywords:* pre-service teacher training, use of technology, teaching, training programs, literature review.

## **Introducción**

En las últimas dos décadas se registra un creciente interés por analizar las experiencias necesarias para que los profesores en formación reflexionen, transformen, se apropien, y actúen con tecnología en la enseñanza de las matemáticas. Los autores plantean una formación donde se adquiera un conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar para una enseñanza eficaz (Koehler y Mishra, 2009; Niess et al., 2009); motivar actitudes positivas y confianza frente al uso de tecnología (Ponte, Oliveira, y Varandas, 2002); una génesis documental, donde los recursos disponibles en el contexto sean apropiados y se transformen en documentos -asociación intencionada de diferentes recursos- (Gueudet y Trouche, 2009; Sokhna y Trouche, 2015); y otros proponen analizar la evolución en las representaciones asociadas a la tecnología en futuros profesores (Kaput, Noss, y Hoyles, 2008).

Las perspectivas mencionadas centran el análisis en cuestiones puntuales (p. ej. conocimiento, habilidad, reflexión y formas de actuar) que aportan a una caracterización

**Facultad de Educación**

holística de los procesos de enseñanza y aprendizaje para el uso de tecnología, pero no registran una descripción del diseño o características de las experiencias necesarias para movilizar, en la Formación Inicial de Profesores (en adelante FIP), el desarrollo en las diferentes perspectivas. En consecuencia, en la literatura se evidencia que los resultados obtenidos en la formación inicial no son los esperados por los programas responsables (Agyei y Voogt, 2011; Albion, Tondeur, Forkosh-Baruch, y Peeraer, 2015; Fong, Ch'ng, y Por, 2013; Han, Eom, y Shin, 2013; Kimmons, Miller, Amador, Desjardins, y Hall, 2015); incluso, en algunos casos, no son reconocidas las percepciones de los estudiantes sobre su formación para el uso de tecnología (Han et al., 2013; Silva Quiroz y Astudillo Cavieres, 2012).

Investigaciones empíricas reportan aspectos necesarios en la formación de profesores para el uso de tecnología en la enseñanza de las matemáticas: conciencia ética y social, articulación de la teoría y los contextos, evaluar las potencialidades, fortalezas y debilidades de la integración tecnológica (Ponte et al., 2002) y atender asuntos específicos y no específicos en el conocimiento matemático, es decir, las cuestiones que se particularizan desde la propia disciplina (Artigue, 2003).

También, se registran investigaciones que identifican, evalúan y sistematizan estrategias utilizadas en la formación de profesores para incorporar tecnología en los programas de pregrado, un meta-análisis (Kay, 2006) y una meta-etnografía (Tondeur et al., 2012). A pesar de la diferencia temporal de ambas revisiones, se identifican elementos que coinciden: cursos específicos, prácticas de campo donde se articule la teoría y la práctica, maestros como modelo, trabajo colaborativo, contenidos transversales para todo el programa

**Facultad de Educación**

de formación y aprendizaje por diseño; no obstante, en ambas revisiones las estrategias sistematizadas fueron identificadas de forma aislada en las diferentes investigaciones y, en su mayoría, abordaban uno o dos elementos, pero no los seis en conjunto.

La literatura abordada hasta el momento ha permitido inferir un consenso en estrategias para la FIP; sin embargo, son escasas las contribuciones sobre propuestas que articulen las estrategias con los contenidos de las diferentes disciplinas (Tondeur et al., 2012) y las que se logran identificar carecen de rigor para describir el contexto y el desarrollo metodológico, cuestionando su validez (Kay, 2006). Así mismo, no se registran estudios que expliciten las intenciones para seleccionar o diseñar estrategias formativas, el tipo de necesidades que se requiere atender o la pertinencia de la propuesta para el contexto de interés.

Se dispone de enfoques teóricos que brindan una caracterización holística de los procesos de enseñanza y aprendizaje, pero estos no registran una amplia descripción en el diseño de estrategias para atender las necesidades en la FIP. Por otro lado, se cuenta con estrategias valoradas en estudios empíricos que atienden necesidades de formación que no son explícitas. En este sentido, es necesario desarrollar investigaciones que caractericen las necesidades de formación para el uso de tecnología en la FIP que emerjan de los estudios empíricos, constituyéndose como un conjunto de recomendaciones o criterios para tomar decisiones en los procesos formativos.

Dadas las anteriores condiciones, se propone realizar una búsqueda de literatura que explicita, sistematice y analice las necesidades de formación para el uso de tecnología que están siendo atendidas, de forma consciente o inconsciente, con las diferentes estrategias



utilizadas en estudios empíricos para la formación de profesores de matemáticas. Por necesidades de formación se entiende el conjunto de intenciones que anteceden la selección de una estrategia para atender dicha formación para el uso de tecnología en contextos específicos, identificadas en formadores de profesores; en ese sentido, no es claro en la literatura cuáles necesidades y cómo se atienden. Por tanto, se formula la pregunta: *¿Cuáles necesidades de formación para el uso de tecnología deben ser atendidas en los programas de FIP?*

### Método

Para responder al cuestionamiento que se expone en este artículo, se realizó una búsqueda y análisis documental bajo las orientaciones y criterios de una *revisión crítica de la literatura* (Jesson y Lacey, 2006). Para ello, se desarrolló un trabajo dividido en cuatro fases: primero se delimitó el problema a estudiar; luego se construyó el mecanismo de búsqueda que brindó un grupo de artículos; posteriormente, se hizo una organización y análisis descriptivo de la documentación; y finalmente, se desarrolló un análisis que posibilitó responder la pregunta.

Se seleccionaron como bases de datos para la búsqueda de información: Scencedirect, Springer, Scielo y Redalyc. En la barra del buscador de dichas bases se ingresó, textualmente, la frase *Preparing pre-service teachers and technology and mathematics*. De forma adicional, y con el interés de evitar los sesgos de publicación científica (Dichersin, 1994), se complementó la revisión con memorias de eventos académicos: Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Acta Latinoamericana de Matemática Educativa, Congreso Internacional EDUTEC,



Congreso Iberoamericano de Educación Matemática, Encuentro Colombiano de Matemática Educativa y Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. El auge tecnológico hace que se actualicen o implementen nuevas estrategias para atender a nuevas demandas de forma permanente; para el rastreo de los artículos en bases de datos se eligió un periodo de 10 años (2005 a 2015) y para las memorias de eventos académicos del 2013 en adelante. Durante estos periodos, se identificaron cambios sustantivos en el desarrollo de investigaciones referidas al uso de tecnología en la FIP.

Para identificar las investigaciones con evidencia empírica más pertinentes para el estudio, los artículos fueron asociados en tres grupos: FIP en uso de tecnología, FIP en la enseñanza de las matemáticas y FIP para el uso de tecnología en los contenidos matemáticos. Estos criterios permitieron agrupar 135 artículos que se sistematizaron a través del software Mendeley complementado con un archivo de Excel. Se realizó una lectura detallada del título, palabras claves y resumen de cada documento, que facilitó establecer interpretaciones iniciales en relación al tipo de publicación, tendencia de publicación (por año, por interés teóricos y metodológico), idioma, número de artículos por *tags*, entre otros. El rastreo permitió identificar que solo seis artículos estudian la FIP en el uso de tecnología en relación con los contenidos matemáticos, y que nueve artículos abordan el mismo interés en diferentes disciplinas, incluyendo matemáticas.

Debido al reducido número de artículos que abordan el uso de tecnología en la FIP en relación con los contenidos matemáticos y considerando las posibles equivalencias que se puedan establecer con diferentes áreas de conocimiento (Tokmak, Incikabi, y Ozgelen,

2013), se amplió el análisis en los estudios seleccionados a investigaciones sobre formación de profesores sin mención de una disciplina específica; éstas sumaron veintinueve.

Los criterios mencionados previamente permitieron establecer un conjunto de **cuarenta** artículos que se estudiaron, clasificaron y analizaron con el propósito de identificar *necesidades de formación para el uso de tecnología que deben ser atendidas en los programas de FIP*. Estas necesidades fueron caracterizadas utilizando el programa Nvivo 10 para organizar, comparar, analizar y encontrar la naturaleza del conjunto de intenciones que anteceden la selección de una estrategia, rastreadas explícita o implícitamente. En la caracterización se identificaron categorías emergentes que se codificaron en nodos que atendían a la naturaleza percibida para cada necesidad, construyendo así una idea global de las mismas.

## Resultados

En el desarrollo inicial de esta revisión se explicitó la noción de necesidad de formación *per se*, en estudios empíricos, frente al uso de tecnología para la enseñanza en los futuros profesores. Se construyó un conjunto de seis tipos de necesidades: experiencial, funcional, actitudinal, ética, crítica y pragmática. Además se propuso su génesis y evolución.

En las investigaciones revisadas se estableció una relación dinámica, más que jerárquica, en la tipología de necesidades. Por otro lado, establecer conexiones entre éstas fue complejo debido a la ausencia de artículos que permitieran identificar varias necesidades de formación en conjunto; la mayoría de las investigaciones brindaron algunas

pero no todas en forma simultánea. A continuación se explicitan las características que permitieron construir una tipología para seis necesidades de formación frente al uso de tecnología en la formación matemática.

### **Necesidad de formación Experiencial.**

A partir de estrategias específicas se movilizaron experiencias en los futuros profesores que permitieron explicitar aspectos para la construcción de las diferentes necesidades de formación. En la adjetivación de esta tipología influye la formación para el uso de tecnología en los programas de pregrado y las estrategias más utilizadas en la FIP para el uso de tecnología.

Las formas de articular la formación para el uso de tecnología y la malla curricular de los programas de FIP fueron registradas de modos diversificados y se evidenció una tendencia emergente en propuestas de ambientes mixtos (presenciales y virtuales). En veinticinco de los artículos analizados fue reiterativo el diseño de cursos específicos, en los cuales las necesidades de formación para el uso de tecnología se atendieron con el tiempo y la especificidad requerida en los procesos formativos de los estudiantes, que en ocasiones no es alcanzado en propuestas de carácter transversal. Se identificaron otras propuestas centradas en tecnología de forma amplia (p. ej. programas, tecnología como “núcleo”) que no se discuten con profundidad debido al interés de la revisión propuesta y su escasa incidencia en los artículos examinados. En la Tabla 1 se presentan las propuestas curriculares abordadas en los diferentes artículos para la formación de futuros profesores en el uso de tecnología.

**Facultad de Educación**

La identificación de las estrategias más utilizadas en la FIP permitió su sistematización por características recurrentes, que aportaron criterios para el diseño y selección de las mismas. En este sentido, se describen las siguientes características como experiencias significativas para orientar procesos formativos de los futuros profesores en el uso de tecnología: (a) Diseñar, planificar y elaborar lecciones (Agyei y Keengwe, 2014; Koh y Chai, 2014; Lee y Lee, 2014; Sánchez Vera y Solano Fernández, 2013); (b) fortalecer habilidades para manipular tecnologías educativas (Pool, Reitsma, y Mentz, 2013); (c) implementar diseños de clase en contextos reales o, por lo menos, analizar registro de prácticas (De Oliveira, 2013; Han et al., 2013; Lázaro y Gosbert Cervera, 2013; Martín Padilla, Jaén Martínez, y Molina García, 2014; Puglia, Ferreira, Milstein, y Pizzolati, 2014; Sahin, 2012); (d) abordar elementos pedagógicos y didácticos para el uso de tecnología (Mouza, Karchmer-Klein, Nandakumar, Yilmaz Ozden, y Hu, 2014; Valtonen et al., 2015) y (e) repensar la evaluación de los procesos en la FIP (Lázaro y Gosbert Cervera, 2013). Estas estrategias coincidieron con las discutidas en las investigaciones de Kay (2006) y Tondeur et al. (2012), esto ratifica la idea de cierta consolidación en la discusión de su pertinencia, consenso necesario pero no suficiente para garantizar una transformación en el uso de tecnología para enseñar los contenidos disciplinares.

**Tabla 1***Propuestas curriculares para formar en el uso de tecnología*

<b>Propuesta curricular</b>	<b>Número de artículos</b>
Curso específico	25
No se especifica	5
Programa	3
Transversal	3



**Facultad de Educación**

Tecnología como “núcleo” <sup>1</sup>	2
Curso específico mixto	1
Programa mixto	1
<b>Total</b>	<b>40</b>

**Necesidad de formación Funcional.**

En la necesidad funcional confluye la brecha de creencias generalizadas registradas en la literatura. Por un lado, reflexiones sobre el uso de tecnología como una necesidad de formación en lo técnico e instrumental; y en oposición, de corte más contemporáneo, reflexiones que sostienen que las nuevas generaciones tienen saberes *a priori* que brindan habilidades para afrontar estas necesidades formativas con menos dificultades (Cuen Michel y Ramírez Romero, 2013; Gómez del Castillo, 2014; Ledesma Marín, 2009; Mouza et al., 2014; Reche Urbano, Marín Díaz, y Martín Fernández, 2014).

La revisión aportó elementos en ambas posturas, por un lado los profesores en formación poseen saberes tecnológicos previos (p. ej. redes sociales, e-mail, editores de texto) pero no de uso en el campo educativo como GeoGebra, graficadores, sensores, entre otros (Agyei y Voogt, 2011; Albion et al., 2015; Arevalos, 2014; Mama y Hennessy, 2013; Parada Rico y Fiallo Leal, 2013; Pool et al., 2013; Reyna Escobar, Hernández Yépez, y Uvalle Loperena, 2014); por otro lado, al analizar la variable edad en las investigaciones seleccionadas, estudiantes con una edad promedio de 20 años exhiben mejores resultados que profesores con edad superior al promedio. Se puede concluir que es necesario formar en aspectos técnicos, pero no obligatoriamente en los programas de FIP, pues las habilidades tecnológicas previas facilitan un trabajo autónomo y extracurricular. Esta

<sup>1</sup> Esta idea de núcleo hace referencia a pensar los programas de formación sustentados desde aspectos pilares para el desarrollo de una propuesta curricular, tales como: lo pedagógico, lo didáctico, lo disciplinar y, para este caso en especial, lo tecnológico.

necesidad es importante para el uso de tecnología en el aula, pero no suficiente. El interés de los futuros profesores para utilizar tecnología es un componente a considerar (Silva Quiroz y Astudillo Cavieres, 2012).

### **Necesidad de formación Actitudinal.**

Esta necesidad se registró con una alta recurrencia en los artículos analizados, se interesa por indagar y transformar los modos de actuar al usar tecnología, a partir de las creencias, actitudes y confianza del futuro profesor (Morales Capilla, Trujillo Torres, y Hinojo Lucena, 2014; Puglia et al., 2014; Sang, Valcke, Braak, y Tondeur, 2010; Tømte, Enochsson, Buskqvist, y Kårstein, 2015; Valtönen et al., 2015). Incluso, se identificaron categorías internas en las creencias del uso de tecnología y su relación con tipos de prácticas específicas.

Según Mama y Hennessy (2013) existe una implicación entre creencias y prácticas, las creencias de uso: *diversificado* (potencialidades para atender diferentes necesidades en el sistema escolar), *potente* (lo novedoso y motivador como beneficios), *conveniente* (eficacia en tareas administrativas) y *subversivo* (sustituto del profesor); generan respectivamente prácticas con características: *integrativas* (vinculación de tecnología en objetivos pedagógicos), *incremental* (mejora la práctica existente), *incidente* (menor uso en el aula y mayor uso administrativo) y *hostil* (evitar el uso de tecnología). En este sentido, las instituciones pueden disponer de infraestructura tecnológica adecuada pero su utilización es subordinada a las acciones del profesor, pero dichas acciones son limitadas por las creencias que lo constituyen (Arevalos, 2014; Martinovic y Zhang, 2012; Silva Quiroz y Astudillo Cavieres, 2012); de forma adicional, las verbalizaciones del profesor

sobre sus creencias no corresponden con las que se registran en el análisis de sus prácticas (Mama y Hennessy, 2013), lo que remite a considerar una necesidad de formación de carácter ético.

### **Necesidad de formación Ética.**

Para construir esta necesidad se analizaron dos necesidades de formación, que remiten a una *ética profesional*; por las características en que éstas emergieron se propone una relación dialógica.

En primer lugar, atendiendo a su recurrencia explícita, se registró la necesidad de formar un profesor reflexivo, que evalúe continuamente el uso de tecnología en su procesos de aprendizaje (Llopis Nebot, Adell Segura, y Sanchiz Ruiz, 2014; Tømte et al., 2015) y en la proyección al ejercicio profesional (Fong et al., 2013; Pool et al., 2013). En segundo lugar, se evidenció la relevancia del trabajo colaborativo entre pares, en donde: se favorezca el flujo de conocimiento y se aproveche el potencial del recurso humano (Albion et al., 2015; Gómez del Castillo, 2014; Martín Padilla et al., 2014; Negre, Marín, y Pérez, 2014; Sánchez Vera y Solano Fernández, 2013; Tejada Fernández, 2014); en donde converja una visión plural de posibilidades para integrar tecnología asociada a los diferentes contextos (Gutiérrez M., Palacios R., y Toorrego E., 2010; Parada Rico y Fiallo Leal, 2013) y se discutan las experiencias particulares que se desarrollan en el ejercicio profesional (Tømte et al., 2015).

La naturaleza de esta necesidad converge en una idea que se registra pocas veces de forma explícita y remite a considerar las implicaciones del uso de tecnología como ciudadano y profesor en formación inicial, articulado a una conciencia social que posibilite



reflexionar cuestiones morales y éticas permeadas por asuntos políticos, económicos y culturales (Fong et al., 2013; Lázaro y Gosbert Cervera, 2013; Ledesma Marín, 2009; Negre et al., 2014; Tejada Fernández, 2014). En este sentido, esta necesidad brinda elementos que hilan con mayor detalle necesidades a afrontar en la formación de profesores, pero aún quedan sin discutir los criterios para la selección de recursos tecnológicos.

### **Necesidad de formación Crítica.**

Esta necesidad se refiere a valorar las potencialidades, fortalezas y debilidades del uso de tecnología, por parte de los profesores en formación inicial, en tanto se relaciona con la especificidad propia de cada disciplina (Agyei y Voogt, 2011; Tømte et al., 2015; van Tryon y Schwartz, 2012) como con las concepciones pedagógicas y didácticas (Agyei y Keengwe, 2014; Han et al., 2013; Kay, 2006; Kimmons et al., 2015; Pool et al., 2013). En este sentido, utilizar de forma efectiva tecnología en educación implica que los procesos formativos brinden elementos para establecer una relación dialógica entre apuestas pedagógicas, construcción del conocimiento disciplinar y usos de tecnología. Además, la FIP debe visionar *sujetos críticos* frente a los avances tecnológicos, con criterios para develar las fortalezas y debilidades de la tecnología en su uso práctico (Gómez del Castillo, 2014; Morales Capilla et al., 2014; Negre et al., 2014); así mismo, debe facultar profesores reflexivos respecto a la pertinencia y funcionalidad de las propuestas para atender la realidad donde proyectan desarrollarse (Parada Rico y Fiallo Leal, 2013). Así pues, para fraguar el uso de tecnología en contextos específicos es necesario considerar cómo acercar la FIP al ejercicio profesional, cuestión mencionada pero no atendida en la literatura.

### **Necesidad de formación Pragmática.**

Esta necesidad es la menos registrada en los artículos, los aportes para su construcción provienen de académicos responsables del diseño de programas de FIP (p. ej. Ledesma Marín, 2009). En consecuencia, es complejo develar las experiencias que motivaron dicha apropiación.

Esta revisión permitió entender la necesidad de formación pragmática como la proyección al ejercicio profesional, en la cual los futuros profesores tengan *experiencias previas a su titulación en las instituciones educativas*, donde el acercamiento a contextos reales hila reflexiones y moviliza la evolución en las demás necesidades (De Oliveira, 2013; Kimmons et al., 2015; Koh y Chai, 2014; Tejada Fernández, 2014; van Tryon y Schwartz, 2012). Este asunto es poco abordado en los programas de formación por diferentes cuestiones como el tiempo, por ejemplo (Pool et al., 2013). Se interpretó la necesidad de formación pragmática como la conjunción de las anteriores necesidades debido a la complejidad de la práctica profesional, la cual exige conocimientos funcionales, disposición e interés para la integración de tecnología y criterios para su selección que se articulen con las demandas sociales.

Esta necesidad sugiere la importancia de transformar los juicios de profesores en formación inicial sobre su capacidad para usar tecnología en el ejercicio profesional, para afrontar las situaciones con el uso de la tecnología que se tenga a disposición. El análisis de registros digitales donde los colegas realizan diferentes actividades en el aula es una potente alternativa para suplir el acercamiento al ejercicio profesional (Han et al., 2013).

## Discusión

En esta sección se explicitan características en las necesidades de formación para el uso de tecnología que permitieron proponer una aproximación al movimiento entre ellas y la relación de factores internos y externos en su desarrollo.

### Aproximación al movimiento entre las necesidades de formación.

Como se mencionó previamente, la revisión crítica de la literatura no brindó suficiente información para explicitar cómo se relacionan las diferentes necesidades de formación. Se identificó la Necesidad de formación Experiencial como el motor que posibilita la construcción de las otras y la Necesidad de formación Pragmática como la convergencia de todas pero con una tipología particular de praxis (Figura 1). En este sentido, se estableció un punto de partida o **génesis**, y otro de llegada o **resiliencia**, pero los aportes para el desarrollo conceptual de un momento a otro o **evolución** no registraron suficiente evidencia.

En la Tabla 2 se plantea la relación entre las necesidades de formación al contrastar su recurrencia en los diferentes artículos en donde emergen. La columna sombreada en gris claro informa el número de artículos relacionados con cada necesidad y, al cruzar las diferentes necesidades, se informa el número de artículos comunes entre ellas. Se sombrea en negro los valores que revelan mayor número de artículos en común para cada fila vinculada en la **evolución** y en color gris la relación de los artículos en la **génesis** y la **resiliencia**.

Se identificaron conexiones entre la Necesidad de formación Funcional y Crítica, interpretada en el futuro profesor, que al conocer el funcionamiento de una tecnología tiene más elementos para identificar las potencialidades y debilidades que ésta tiene para su implementación en el ejercicio profesional; de forma similar se identificó una mayor incidencia de la Necesidad de Formación Funcional con las demás y la Necesidad de Formación Crítica con la Actitudinal y la Ética.

**Tabla 2**  
*Relación de las necesidades de formación en los artículos analizados*

Tipo de Necesidad de formación	Número de artículos en los que aparece	Necesidad de Formación Experiencial	Necesidad de Formación Funcional	Necesidad de Formación Actitudinal	Necesidad de Formación Ética	Necesidad de Formación Crítica	Necesidad de Formación Pragmática	
Necesidad de Formación Experiencial	32	-	26	25	20	26	18	Génesis
Necesidad de Formación Funcional	31	26	-	24	19	27	17	Evolución
Necesidad de Formación Actitudinal	29	25	24	-	17	24	16	
Necesidad de Formación Ética	24	20	19	17	-	19	15	
Necesidad de Formación Crítica	30	26	27	24	19	-	16	Resiliencia
Necesidad de Formación Pragmática	21	18	17	14	15	16	-	

En la Figura 1 se ilustra la aproximación al movimiento entre las necesidades de formación desarrolladas. Se propone una lectura de derecha a izquierda, y se observa de forma horizontal la división en factores internos y externos en la formación del futuro profesor; de forma vertical se plantea la naturaleza de cada necesidad, factores externos identificados en relación con la necesidad de la misma columna y se expone la génesis, evolución y resiliencia entre las necesidades.



Figura 1. Necesidades de formación en el uso de tecnología

### Implicaciones de los factores internos y externos.

El análisis de los artículos posibilitó establecer la existencia de factores que afectan de forma directa y/o indirecta la FIP. Los de implicación directa se entendieron como factores internos en el proceso formativo y refiere a aspectos como: creencias, concepciones y experiencias (Sang et al., 2010); los de implicación indirecta se percibieron

como aspectos externos a la formación pero con igual afectación, algunos de estos son: documentos ministeriales, cultura, situaciones económicas e infraestructura tecnológica (Kay, 2006; Martinovic y Zhang, 2012). Las necesidades que se construyeron en este documento dan cuenta de factores internos pero, al conceptualizar los externos, el tema adquiere una naturaleza diferente a la planteada desde las preguntas, siendo necesario planificar otras perspectivas para investigar no loables en este trabajo.

### **Conclusiones y recomendaciones**

Esta metodología de análisis documental brindó un diseño global de las necesidades de formación para el uso de tecnología en la FIP (Figura 1) que se desarrolló a partir de resultados en estudios empíricos. Sin embargo, simplificar un proceso tan complejo fue un trabajo difícil y los aportes no pueden ser generalizados para los diferentes programas de formación sin reconocer las variables particulares de cada contexto (p. ej. demográficos, culturales y socio-políticos). Este aspecto puede exigir que se consideren nuevas necesidades de formación para profesores en todo el mundo, por lo tanto es pertinente proponer estudios que analicen este diseño global (Figura 1) y que contribuyan como evidencia empírica en entornos específicos.

En esta investigación se aborda dos conceptos que en la actualidad se constituyen como líneas de trabajo a nivel internacional: la FIP y el uso tecnología. Por la naturaleza de los cuestionamientos iniciales, poner en discusión ambos conceptos en los diferentes artículos implica sesgos en la selección de publicaciones y compromete el desarrollo investigativo en un trabajo totalmente diferente. En este sentido, se reconoce que ambos términos son entendidos de diferentes modos y su discusión no es abordada.

**Facultad de Educación**

Se sugiere incluir en los programas de formación para profesores apuestas curriculares que atiendan la formación para el uso de tecnología con propuestas *transversales* vinculadas con *cursos específicos*. En el diseño de estos cursos deben ser consideradas las estrategias sistematizadas y las necesidades de formación para el uso de tecnología presentadas en este estudio. Esta decisión permitirá atender características que no se registraron, brindando condiciones para que los futuros profesores sientan confianza al usar tecnología en el ejercicio profesional, de forma reflexiva y crítica.

Para finalizar, es necesario reconocer que el interés inicial de este estudio fue analizar las necesidades de formación en el uso de tecnología para enseñar matemáticas. A pesar de sustentar la posibilidad de extrapolar las experiencias entre diferentes disciplinas, las recomendaciones presentadas deben ser interpretadas por profesionales de cada una de ellas para brindarles los matices correspondientes.

**Referencias**

- Agyei, D. D., y Keengwe, J. (2014). Using technology pedagogical content knowledge development to enhance learning outcomes. *Education and Information Technologies*, 19(1), 155–171. doi: 10.1007/s10639-012-9204-1
- Agyei, D. D., y Voogt, J. (2011). ICT use in the teaching of mathematics: Implications for professional development of pre-service teachers in Ghana. *Education and Information Technologies*, 16(4), 423–439. doi: 10.1007/s10639-010-9141-9
- Albion, P. R., Tondeur, J., Forkosh-Baruch, A., y Peeraer, J. (2015). Teachers' professional development for ICT integration: Towards a reciprocal relationship between research and practice. *Education and Information Technologies*, 20(4), 655–673. doi: 10.1007/s10639-015-9401-9



- Arevalos, V. (2014). La formación del profesorado universitario en el uso de las tecnologías de la información y comunicación ( TIC ) en la Universidad Nacional de Itapúa – Facultad de Humanidades y la Universidad Autónoma de Encarnación (UNAE). En *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación* (pp. 1–10). Buenos Aires, Argentina.
- Artigue, M. (2003). ¿Qué se puede aprender de la investigación educativa en el nivel universitario ? *Boletín de la Asociación Matemática Venezolana*, X(2), 207–220.
- Cuen Michel, C., y Ramírez Romero, J. L. (2013). Usos, funciones y efectos de las TIC en el aprendizaje de una licenciatura en Ciencias de la Comunicación. *EduTec*. Costa Rica.
- De Oliveira, C. E. (2013). PROFESSORES DE MATEMÁTICA EM FORMAÇÃO INICIAL E SUAS EXPECTATIVAS E DIFICULDADES SOBRE O USO TECNOLOGIA DA INFORMÁTICA. En *Actas del VII CIBEM* (pp. 4657–4664). Montevideo, Uruguay.
- Dichersin, K. (1994). Sobre la existencia y los factores de riesgo del sesgo de publicación. *Bol Oficina Sanit Panam*, 116 (5), 435–446.
- Fong, S. F., Ch'ng, P. E., y Por, F. P. (2013). Development of ICT Competency Standard Using the Delphi Technique. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 103, 299–314. doi: 10.1016/j.sbspro.2013.10.338
- Gómez del Castillo, M. T. (2014). Competencia digital en estudiantes de Educación. En *XVII Congreso Internacional-Cordoba-España 2014: El hoy y el mañana junto a las TICS* (pp. 320–331). Sevilla: EDUTECC.
- Gueudet, G., y Trouche, L. (2009). Towards new documentation systems for mathematics teachers? *Educational Studies in Mathematics*, 71(3), 199–218. doi: 10.1007/s10649-008-9159-8
- Gutiérrez M., A., Palacios R., A., y Toorrego E., L. (2010). La formación de los futuros



Facultad de Educación

maestros y la integración de las TIC en la educación : anatomía de un desencuentro.  
*Revista de Educación*, 352, 1–17.

Han, I., Eom, M., y Shin, W. S. (2013). Multimedia case-based learning to enhance pre-service teachers' knowledge integration for teaching with technologies. *Teaching and Teacher Education*, 34, 122–129. doi: 10.1016/j.tate.2013.03.006

Jesson, J., y Lacey, F. (2006). How to do (or not to do) a critical literature review. *Pharmacy Education*, 6(2), 139–148. doi: 10.1080/15602210600616218

Kaput, J., Noss, R., y Hoyles, C. (2008). Developing New Notations for a Learnable Mathematics in the Computational Era. En L. English y D. Kirshner (Eds.), *Handbook of International Research in Mathematics Education* (2ª ed., pp. 1–37). Routledge, New York: London. doi: 10.1.1.135.8172

Kay, R. H. (2006). Evaluating Strategies Used To Incorporate Technology Into Preservice Education. *Journal of Research on Technology in Education*, 38(4), 385–410. doi: 10.1080/15391523.2006.10782466

Kimmons, R., Miller, B. G., Amador, J., Desjardins, C. D., y Hall, C. (2015). Technology integration coursework and finding meaning in pre-service teachers' reflective practice. *Educational Technology Research and Development*, 63(6), 809–829. doi: 10.1007/s11423-015-9394-5

Koehler, M. J., y Mishra, P. (2009). What Is Technological Pedagogical Content Knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70.

Koh, J. H. L., y Chai, C. S. (2014). Teacher clusters and their perceptions of technological pedagogical content knowledge (TPACK) development through ICT lesson design. *Computers & Education*, 70, 222–232. doi: 10.1016/j.compedu.2013.08.017

Lázaro, J., y Gosbert Cervera, M. (2013). Recursos TIC y educación inclusiva : una experiencia para la formación de grado de profesionales de la educación desde la



perspectiva docente. *EduTec*. Costa Rica.

- Ledesma Marín, N. (2009). Emancipación y Tecnologías de la Información y de la Comunicación en la Formación Inicial del Profesorado. Un análisis de mi práctica docente universitaria. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 12(4), 39–54.
- Lee, Y., y Lee, J. (2014). Enhancing pre-service teachers' self-efficacy beliefs for technology integration through lesson planning practice. *Computers & Education*, 73, 121–128. doi: 10.1016/j.compedu.2014.01.001
- Llopis Nebot, M. Á., Adell Segura, J., y Sanchiz Ruiz, M. L. (2014). En busca de la reflexión. Una rúbrica para portafolios digitales. En *XVII Congreso Internacional-Cordoba-España 2014: El hoy y el mañana junto a las TICS* (pp. 400–409). EDUTEC.
- Mama, M., y Hennessy, S. (2013). Developing a typology of teacher beliefs and practices concerning classroom use of ICT. *Computers & Education*, 68, 380–387. doi: 10.1016/j.compedu.2013.05.022
- Martín Padilla, A. H., Jaén Martínez, y Molina García, L. (2014). El uso de la clase invertida como recurso docente para la adquisición de competencias en el EEES. En *XVII Congreso Internacional-Cordoba-España 2014: El hoy y el mañana junto a las TICS* (pp. 461–471). EDUTEC.
- Martinovic, D., y Zhang, Z. (2012). Situating ICT in the teacher education program: Overcoming challenges, fulfilling expectations. *Teaching and Teacher Education*, 28(3), 461–469. doi: 10.1016/j.tate.2011.12.001
- Morales Capilla, M., Trujillo Torres, J. M., y Hinojo Lucena, M. A. (2014). Análisis sobre la percepción del alumnado universitario acerca de los recursos TIC en el proceso educativo. En EDUTEC (Ed.), *XVII Congreso Internacional-Cordoba-España 2014: El hoy y el mañana junto a las TICS* (pp. 493–503).

- Mouza, C., Karchmer-Klein, R., Nandakumar, R., Yilmaz Ozden, S., y Hu, L. (2014). Investigating the impact of an integrated approach to the development of preservice teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 71, 206–221. doi: 10.1016/j.compedu.2013.09.020
- Negre, F., Marín, V., y Pérez, A. (2014). Implementación de un modelo de curación de contenidos para trabajar la competencia informacional en la formación de maestros Implementation. En EDUTEC (Ed.), *XVII Congreso Internacional-Cordoba-España 2014: El hoy y el mañana junto a las TICS* (pp. 536–545).
- Niess, M. L., Ronau, R. N., Shafer, K. G., Driskell, S. O., Harper, S. R., Johnston, C., y Browning, C. (2009). Mathematics Teacher TPACK Standards and Development Model. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9 (1), 4–24.
- Parada Rico, S. E., y Fiallo Leal, J. E. (2013). REFLEXIONES EN UNA COMUNIDAD DE PRÁCTICA DE PROFESORES DE MATEMÁTICAS SOBRE EL USO DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES. En *Actas del VII CIBEM* (pp. 7098–7105). Montevideo, Uruguay.
- Ponte, J. P. Da, Oliveira, H., y Varandas, J. M. (2002). Development of pre-service mathematics teachers' professional knowledge and identity in working with information and communication technology. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 5(2), 93–115. doi: 10.1023/A:1015892804607
- Pool, J., Reitsma, G., y Mentz, E. (2013). An evaluation of Technology teacher training in South Africa: shortcomings and recommendations. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(2), 455–472. doi: 10.1007/s10798-011-9198-9
- Puglia, E., Ferreira, A., Milstein, A., y Pizzolati, N. (2014). La Formación en Tecnologías Digitales de estudiantes de Magisterio y Profesorado. En *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación* (pp. 1–20). Buenos Aires, Argentina.
- Reche Urbano, E., Marín Díaz, V., y Martín Fernández, M. A. (2014). Valoración las TIC en la actividad académica del alumnado de los Grados de Educación. En *XVII*



Facultad de Educación

*Congreso Internacional-Cordoba-España 2014: El hoy y el mañana junto a las TICs* (pp. 623–635). EDUTECC.

Reyna Escobar, J., Hernández Yépez, M. A., y Uvalle Loperena, Y. (2014). Desarrollo de habilidades digitales para formadores de docentes y docentes en formación. En *XVII Congreso Internacional-Cordoba-España 2014: El hoy y el mañana junto a las TICs* (pp. 636–647). EDUTECC.

Sahin, S. (2012). Pre-service teachers' perspectives of the diffusion of information and communications technologies (ICTs) and the effect of case-based discussions (CBDs). *Computers & Education*, 59(4), 1089–1098. doi: 10.1016/j.compedu.2012.04.007

Sánchez Vera, M. del M., y Solano Fernández, I. M. (2013). El uso de recursos multimedia audiovisuales para la renovación metodológica: una experiencia con Educación Infantil. *Eduotec*. Costa Rica.

Sang, G., Valcke, M., Braak, J. Van, y Tondeur, J. (2010). Student teachers' thinking processes and ICT integration: Predictors of prospective teaching behaviors with educational technology. *Computers & Education*, 54(1), 103–112. doi: 10.1016/j.compedu.2009.07.010

Silva Quiroz, J. E., y Astudillo Cavieres, A. V. (2012). Inserción de TIC en la formación inicial docente: barreras y oportunidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, 20(58/4), 1–11.

Sokhna, M., y Trouche, L. (2015). Formation mathématique des enseignants : quelles médiations documentaires?. Recuperado de <https://goo.gl/NBrpJT>

Tejada Fernández, J. (2014). Formando formadores: nuevos escenarios y competencias digitales docentes. En *XVII Congreso Internacional-Cordoba-España 2014: El hoy y el mañana junto a las TICs* (pp. 94–140). Barcelona: EDUTECC.

Tokmak, H. S., Incikabi, L., y Ozgelen, S. (2013). An Investigation of Change in Mathematics, Science, and Literacy Education Pre-service Teachers' TPACK. *The*



*Asia-Pacific Education Researcher*, 22(4), 407–415. doi: 10.1007/s40299-012-0040-2

Tømte, C., Enochsson, A.-B., Buskqvist, U., y Kårstein, A. (2015). Educating online student teachers to master professional digital competence: The TPACK-framework goes online. *Computers & Education*, 84, 26–35. doi: 10.1016/j.compedu.2015.01.005

Tondeur, J., van Braak, J., Sang, G., Voogt, J., Fisser, P., y Ottenbreit-Leftwich, A. (2012). Preparing pre-service teachers to integrate technology in education: A synthesis of qualitative evidence. *Computers & Education*, 59(1), 134–144. doi: 10.1016/j.compedu.2011.10.009

Valtonen, T., Kukkonen, J., Kontkanen, S., Sormunen, K., Dillon, P., y Sointu, E. (2015). The impact of authentic learning experiences with ICT on pre-service teachers' intentions to use ICT for teaching and learning. *Computers & Education*, 81, 49–58. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2014.09.008> 0360-1315

van Tryon, P. J. S., y Schwartz, C. S. (2012). A Pre-service Teacher Training Model with Instructional Technology Graduate Students as Peer Coaches to Elementary Pre-service Teachers. *TechTrends*, 56(6), 31–36. doi: 10.1007/s11528-012-0611-3

UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



**Capítulo 3: Experiencias en un curso de formación de profesores en el uso de tecnología: los casos de las calculadoras simples y los videojuegos**

*Resumen*

Las investigaciones informan sobre la brecha que existe entre las necesidades de formación de los profesores de matemáticas y los contenidos de los programas para formarlos. Por este motivo, se propone un curso orientado a formar a los futuros profesores en el uso de tecnología para enseñar matemáticas. En este artículo se utiliza la metodología de la sistematización para dar cuenta de una mirada de saberes propios sobre las prácticas que empoderan a los futuros profesores a través de sus voces y actuaciones y nutren el desarrollo del curso propuesto. Las conclusiones informan que el diseño metodológico de este curso permitió reconocer y visibilizar necesidades de formación y establecer diferencias entre los usos para resolver problemas matemáticos y los usos con proyección al ejercicio profesional.

*Palabras claves:* formación inicial de profesores, Educación Matemática, sistematización de las prácticas.

**Experiences in a Teacher Training Course in the Use of Technology: The Cases of Simple Calculators and Video Games**

*Abstract*

Research reports on a gap between the current training needs of mathematics teachers and the content of programs designed to train them. For this reason, a course addressed to train pre-service teachers in the use of technology for teaching mathematics is

proposed in this paper. Systematization methodology is used to report the way of looking at the own knowledge about the practices. This knowledge empowers pre-service teachers through their voices and actions and it also strengthens the course development proposed. Conclusions inform that the methodological design of this course allowed to recognize and visualize training needs and to establish differences between using to solve mathematical problems and using with projection to the professional exercise.

*Keywords:* pre-service teacher training, Mathematics Education, systematization of practices

## Introducción

El presente artículo de divulgación se deriva de un proyecto de innovación didáctica que tuvo como propósito analizar los aportes del diseño de un curso denominado *Seminario de especialización II*, para la formación de futuros profesores en el uso de tecnología para enseñar matemáticas. Para identificar dichos aportes se reconocieron las características que debe tener un espacio de formación que promueva la identificación y atención de necesidades de formación en el uso tecnología de los futuros profesores de una universidad pública de la ciudad de Medellín-Colombia.

Para alcanzar sus propósitos, se realizó una sistematización de saberes propios sobre las prácticas desarrolladas en el semestre 2016-2, leídas desde múltiples miradas y expresadas desde múltiples voces, no necesariamente homogéneas. La sistematización se consideró un esfuerzo por producir poder y empoderamiento de esa polifonía que permitió visibilizar los rostros, voces y saberes que nutren e impulsan dichas prácticas (Mejía, 2012).

El curso se estructuró en cuatro ejes temáticos: el uso de la calculadora simple en las matemáticas escolares, software educativo, el uso de tecnología en modelación matemática e internet, y videojuegos y redes sociales en educación matemática. El presente artículo se fundamenta en los aprendizajes de los futuros profesores en el primer y último eje temático respectivamente.

### **Referentes conceptuales**

Las investigaciones informan sobre la brecha que existe entre los programas y estrategias para la formación de profesores y las necesidades que ellos evidencian cuando se desempeñan en sus prácticas profesionales (Drijvers et al., 2016b). En el campo de la tecnología, sus necesidades van desde el dominio operativo y técnico de un artefacto hasta el diseño de tareas que promuevan la formación de sus estudiantes haciendo uso eficiente y eficaz de las tecnologías disponibles.

Autores como Drijvers et al. (2016) informan que para atender la brecha es importante que los cursos específicos encuentren nuevas maneras de introducir el enfoque tecnológico, los conceptos matemáticos con el uso de tecnología, el diseño de tareas para potenciar el uso de tecnología, la solución de problemas matemáticos con el uso de tecnología y las habilidades y capacidades que se deben adquirir para un uso eficiente y consciente de tecnología (Drijvers et al., 2016b).

En el marco de las reflexiones que han movilizad el proyecto que nutre este artículo, se asume por tecnología una visión integradora de análogas y digitales (Koehler y Mishra, 2009), que trasciende la concepción de artefactos o recursos aislados de un



**Facultad de Educación**

contexto o una praxis (Gueudet y Trouche, 2009; Sokhna y Trouche, 2015), y transforma lo que es cognoscible y la manera en que algo puede ser conocido (Radford, 2014). En ese sentido, se plantea un enfoque de tecnología que no limita las acciones del futuro profesor a condiciones ideales de infraestructura, no desconoce tendencias educativas contemporáneas (p. ej. dispositivos móviles, redes sociales, videojuegos, software educativos) y promueve la discusión de las posibilidades y formas de actuar en las aulas con el uso de tecnología.

En cuanto a la formación inicial de profesores, se reconoce la necesidad de conocimientos en diferentes dominios como el pedagógico, el tecnológico, el didáctico y el matemático (Koehler y Mishra, 2009) que se articulan a las formas de hacerlos y producirlos (Radford, 2014), una formación que trasciende la reflexión hacia una proyección práctica en el ejercicio profesional.

En relación con esta visión de tecnología y con la propuesta de formación de futuros profesores, el diseño del curso se planteó para atender necesidades de formación en el uso tecnología para enseñar matemáticas que son explicitadas en la literatura: conciencia ética y social, articulación entre teoría y contextos, evaluación de potencialidades, fortalezas y debilidades de la integración tecnológica y atención a los asuntos específicos y no específicos en el conocimiento matemático, es decir, las cuestiones particulares desde la propia disciplina (Artigue, 2003; Ponte et al., 2002). De igual forma, se reconocen las estrategias informadas por Kay (2006) y Tondeur et al. (2012) como significativas en la formación de profesores para integrar tecnología: cursos específicos, prácticas de campo (donde se articule la teoría y la práctica), maestros como modelo, trabajo colaborativo,



contenidos transversales para todo el programa de formación y aprendizaje por diseño, entre otras.

### **Referente metodológico**

Al respecto, se describe el diseño del Seminario de Especialización II desarrollado durante el semestre 2016-2 y el referente que orienta el proceso su sistematización.

#### **Diseño del Seminario de Especialización II.**

El curso fundamentó su desarrollo en encuentros (presenciales y virtuales) orientados por talleres en donde los futuros profesores enfrentaron experiencias con el uso de tecnologías que estuvieron acompañadas de una discusión en pequeños grupos y discusiones posteriores en plenaria. En todo momento se propició la reflexión y crítica sobre los aspectos matemáticos y educativos inmersos en las diferentes experiencias (Artigue, 2003; Ponte et al., 2002). Además, se promovió la participación de los estudiantes (dirigida, espontánea, etc.) proyectada hacia las formas de actuar en el ejercicio profesional (Gueudet y Trouche, 2009; Sokhna y Trouche, 2015).

El curso tuvo 64 horas durante el semestre 2016-2 y se dividió en encuentros de cuatro horas por semana. La estructura de cada sesión constó de tres momentos: El primer momento era una presentación y discusión acerca de un artículo de investigación o divulgación que era liderada por un estudiante diferente cada semana, quien escogía el artículo de acuerdo con sus intereses. El segundo momento consistía en el desarrollo de un taller acerca de la producción de conocimientos a través de la tecnología. El tercer momento consistía en otra discusión acerca de la lectura para ampliar el horizonte de los

Facultad de Educación

estudiantes en relación con la literatura y las matemáticas, asimismo, propiciaba reflexiones acerca del contenido matemático; entre los textos utilizados se tiene: *¿Es Dios un matemático?* (Livio, 2009), *Asesinatos matemáticos* (Alsina, 2010) y *El teorema del loro* (Guedj, 2002).

El desarrollo de los cuatro ejes temáticos fue de la siguiente manera: se inició con el uso de la calculadora simple (Selva y Borba, 2014), luego se analizó el software educativo (p. ej. GeoGebra, Poly, Derive 5.0 y FunGraph), posteriormente se aproximaron a la modelación matemática prestando atención a cómo la tecnología apoya estos procesos, y se concluyó con el análisis de internet, dispositivos móviles, videojuegos (Rangel, 2016) y redes sociales en la educación matemática (Deng y Tavares, 2013; Pérez y Martínez, 2012). El contenido de los ejes temáticos iniciaba con tecnologías cercanas a las actividades cotidianas de los futuros profesores y, a medida que se transitaba por los diferentes ejes, se exploraban propuestas tecnológicas educativas más contemporáneas. Además, se dispuso de un grupo cerrado en Facebook para dialogar acerca de las tareas desarrolladas en el curso.

El proceso evaluativo se dividió en: la participación activa y el trabajo colaborativo en las actividades propuestas; la entrega de tareas emergentes en los encuentros que se proponían para atender a las necesidades de formación identificadas en el desarrollo de la clase; la producción de un proyecto final y el diseño de clases.

El producto final brindó como opciones: la transformación de un texto, la producción de un artículo, de un material audiovisual u otro recurso digital y el diseño de clases; se exigió un diseño al finalizar el primer eje temático (que se acota en el uso de la calculadora) y otro diseño a la mitad del cuarto eje (que se acota en software educativo,



OVAS o videojuegos). Estas acciones permitieron el tránsito de las reflexiones personales a la proyección en el ejercicio profesional.

El curso se complementa con las temáticas analizadas en tres asignaturas:

Tecnología en Educación Matemática, Seminario de Especialización I (discute la Modelación Matemática) y Matemáticas para las ciencias (analiza nociones y conceptos del cálculo diferencial y álgebra). Durante su experiencia en el curso, los futuros profesores también participaron de sesiones de trabajo con otras comunidades en las que se discuten temas relacionados con el objeto de estudio del curso (p. ej. Seminario Repensar las Matemáticas-México y la Pontificia Universidad Católica del Perú). En especial, se contó con la participación del grupo de investigación TecVEM de la Pontificia Universidad Católica del Perú, quienes se interesaron por la propuesta del proyecto de innovación y realizaron diálogos presenciales con los integrantes del curso atendiendo algunas inquietudes que los futuros profesores tenían frente a su labor académica.

### **Sistematización del Seminario de Especialización II.**

De acuerdo con Mejía (2012), la sistematización presenta diferentes comprensiones. Para el caso de este proyecto, se asumió como “*una mirada de saberes propios sobre la práctica*”, es decir, “[...] *se busca experimentar colectivamente la producción de una nueva mirada sobre la práctica, que trata de hacer visibles aquellos procesos y prácticas que están presentes en ella*” (p. 23). En coherencia con esta mirada, la sistematización tuvo las siguientes fases:

Facultad de Educación

- Diseño de los instrumentos para registrar y guardar el proceso: Para Mejía (2012), en un proceso de sistematización *“lo que no se registre tiende a olvidarse y por ello muchos elementos que nos parecieron importantes en un determinado momento se olvidan, perdiendo su riqueza”* (p.35). Por tanto, para guardar la memoria de lo que aconteció en el curso se planteó: (i) el registro en video, diario personal o cuaderno de notas y documentos producidos por los estudiantes en sus reflexiones, propuestas y compromisos (p. ej. wiki-reflexiones vía Facebook).
- Construcción y uso de la “caja de herramientas” propia: Conforme Mejía (2012) argumenta, toda actividad humana requiere de una serie de instrumentos para el registro y análisis de la información con la cual se desea producir saberes; para el autor es necesario considerar que *“las herramientas no son instrumentos neutros [...] Por ello, quien los usa debe tener control no solo de aquello que sistematiza sino también de la concepción de sistematización en que se está moviendo [...]”* (p. 55). Con base en esta concepción de sistematización, es importante tener en cuenta las visiones que un colectivo tenga acerca de la experiencia que se quiere sistematizar. Por tanto, se conformaron grupos de discusión con colectivos de trabajo del grupo de investigación MATHEMA-FIEM y con colaboradores del grupo de investigación TecVEM. En estos grupos, se analizaron episodios y datos registrados en las experiencias desarrolladas en las sesiones. Los encuentros se registraron en audio y video con el ánimo de tener memoria de las voces, visiones y sentidos que se construyeron a la luz de dichas experiencias.
- Proceso de sistematización flexible: En la medida que se desarrolló la experiencia y transcurrió la sistematización, se prestó atención a la necesidad de que

Facultad de Educación

emergieran nuevas herramientas que contribuyeran a la consecución del objetivo de este proceso.

- Interpretación y construcción de temáticas o categorías: Como resultado del proceso anterior, se estudiaron los sentidos que cada uno de los grupos de discusión produjo y se pusieron en diálogo con la literatura existente. Como consecuencia, se construyó un texto que fue sometido a una discusión y reelaboración posterior con los mismos grupos mencionados en la fase anterior.
- Producción de saber de la práctica: De acuerdo con Mejía (2012), el texto (producido en la fase anterior) se convierte en el protagonista principal que posibilita un recorrido por los caminos del saber. El texto fue analizado a partir de una codificación que posibilitó identificar y ordenar las “líneas de fuerza” (Mejía, 2012, p. 108-114). Los resultados de este estudio fueron ampliados en un espacio de pasantía que se desarrolló en el mes de marzo de 2017, con el grupo de discusión TecVEM.

### Líneas de fuerza

Los registros de la participación e interacción entre los estudiantes fueron analizados en los grupos discusión de MATHEMA-FIEM y TecVEM. Este ejercicio posibilitó identificar dos líneas de fuerza emergentes en el desarrollo del curso que atienden a los objetivos propuestos. La primera permitió reconocer y evidenciar cómo se atendieron necesidades de formación de los futuros profesores en el uso de tecnología para enseñar matemáticas; la segunda se refiere a usos de tecnología que ellos hacen al proyectar su enseñanza en el ejercicio profesional.



Estas líneas de fuerza fueron interpretadas como un proceso de transformación y fortalecimiento individual y colectivo que permitió visibilizar los rostros, voces y saberes que nutren e impulsan las prácticas pedagógicas en el curso (Mejía, 2012). En este sentido, las actuaciones de los futuros profesores son saberes y conocimientos importantes para comprender su proceso formativo en el uso de tecnología para enseñar matemáticas.

Sus actuaciones fueron transformadas al atender las necesidades de formación identificadas, de forma explícita o implícita, en las experiencias que se desarrollan en los cuatro ejes temáticos. Por tanto, lo valioso de la sistematización está presente en el proceso que da cuenta de la complejidad de sentidos que configuraron los usos de tecnología para enseñar matemáticas (Mejía, 2012).

La sistematización como una mirada de saberes propios visibilizó el acontecimiento que hay en la práctica y trazar el camino para hacerla distinta (Mejía, 2012). En consecuencia, las líneas de fuerza indican los registros de la práctica que emerge como categoría de saber/experiencia, y obliga a generar otros lugares y formas de comprender los usos de tecnología que hacen los futuros profesores al proyectar su enseñanza de las matemáticas.

Si bien el desarrollo del curso constó de cuatro ejes temáticos, solo se informan las líneas de fuerza en relación al primer y último eje temático, específicamente, la integración de la calculadora simple en las matemáticas escolares y el uso de los videojuegos en educación matemática. Esta decisión atendió al interés de establecer un contraste, evidenciar transformaciones e identificar necesidades de formación que configuran los usos de tecnología para enseñar matemáticas.

Las necesidades de formación fueron interpretadas en relación a la propuesta curricular del programa al cual pertenece el curso. En este sentido, se reconocieron componentes pedagógicos, didácticos y disciplinares. Además, se analizaron los usos de tecnología que hacen los futuros profesores en relación a la solución de problemas matemáticos y el uso con fines educativos.

### **Necesidades de formación emergentes atendidas en el Seminario de especialización II.**

Esta línea de fuerza permitió reconocer dos necesidades de formación en el uso de tecnología para enseñar matemáticas. La primera atiende a la habilidad que sienten necesaria o que logran alcanzar los futuros profesores para identificar criterios pedagógicos y didácticos en el uso de tecnología, y la segunda analiza la capacidad para desarrollar los conceptos disciplinares con el uso de tecnología. A continuación se amplía cada una de ellas y las verbalizaciones que las soportan, los nombres usados son seudónimos.

*Necesidades de formación para un uso pedagógico y didáctico de tecnología:* El desarrollo del primer eje temático permitió identificar que los futuros profesores consideraban necesario ampliar las experiencias que permitieran hacer un mejor uso de las calculadoras simples (Ilustración 1). Una futura profesora afirmó que “*al implementar éstas [las calculadoras simples], se deja de lado los procesos y conocimientos previos de los estudiantes, solo se interesa por un resultado*” (Paula, 08/08/16). Al igual que Paula, otros manifestaron que usaban la calculadora para *reducir la carga operativa* en algunos ejercicios y verificar resultados, aspectos que corresponden con lo informado en algunas investigaciones (Selva y Borba, 2014).





Ilustración 1. Calculadora Simple

Estas afirmaciones permitieron identificar que, si bien se explicita una necesidad de formación que permitiera hacer un uso eficiente y consciente de la calculadora (Drijvers et al., 2016), las experiencias vividas en el primer eje le permitieron a Paula y otros compañeros identificar un uso limitado de la calculadora. Además, reconoció el proceso y conocimientos previos de sus estudiantes.

Al respecto, los futuros profesores argumentaron que *“toda la responsabilidad no es del profesor; los materiales del lugar [capacidad instalada de las instituciones colombianas] limitan las posibilidades”* (Clara, 08/08/16), y complementaron que estas iniciativas implican que el profesor dedique más tiempo al diseño de las clases y que los directivos de las instituciones no se muestren reacios a nuevas propuestas. Estos argumentos evidencian una actitud de malestar frente al uso de tecnología por el aumento de trabajo, las dificultades administrativas y las limitaciones de la infraestructura.



Esta actitud de malestar se reconoció como una necesidad de formación y fue preciso fomentar el compromiso, la disposición y motivación para usar tecnología en las clases. Se propuso atender esta necesidad en diferentes talleres que les permitieron vivir experiencias individuales y colectivas, que transformaron los conceptos matemáticos que ellos conocían y la forma en que accedían a los mismos (Radford, 2014).

En el desarrollo del último eje temático, la discusión que giró en torno al videojuego *Math vs Zombies* (Ilustración 2) evidenció más elementos de estas necesidades pedagógicas y didácticas. Este videojuego tiene como objetivo fortalecer operaciones matemáticas básicas, además, presenta tres niveles de complejidad para cada operación.

La dinámica del videojuego se centra en un personaje que se desplaza por un escenario plano, salta al presionar la tecla “espacio” y lanza pelotas para matar zombis, al presionar la pantalla táctil sobre un círculo en la parte inferior lado izquierdo (este videojuego solo es disponible para dispositivos móviles). Ocasionalmente, se presentan zombis de mayor nivel y para superarlos es necesario resolver una operación matemática con tres posibles resultados, el jugador debe elegir el correcto para continuar, de no acertar pierde la partida.



Ilustración 2. Interfaz de Math vs Zombies

Los futuros profesores indicaron, en su mayoría, que se puede usar dicho videojuego para ‘verificar’ la comprensión de un concepto por parte de los estudiantes, quienes deben saber las operaciones con anterioridad. Además agregan, *“el juego [Math vs Zombies] es muy monótono y estático, es necesario definir para que niños se propone; para los adolescentes sería aburridor”* (Juliana 24/10/16). Estos argumentos permitieron reconocer que los futuros profesores, luego de estar inmersos en el uso de tecnología en el contexto educativo propuesto por el curso, lograron refinar sus criterios pedagógicos y didácticos frente al uso de videojuegos en la enseñanza de las matemáticas.

En el desarrollo de la discusión, Andrea explicitó elementos como reconocer los procesos y conocimientos previos del estudiante, tanto sobre lo conceptual como sobre el recurso tecnológico utilizado. Ella trascendió esta necesidad pedagógica y didáctica al explicitar criterios de inclusión educativa y reconocer las potencialidades y debilidades del uso de tecnología para evaluar (Ponte et al., 2002). Además, sus argumentos permitieron identificar una diferencia entre evaluar con y a través de la tecnología.

*“El juego [Math vs Zombies] permite hacer una evaluación de operaciones mentales rápidas, al tratar que el niño haga operaciones rápidas y evaluar como las está haciendo. No es perder la materia por perder el juego, pero es necesario reforzar con más elementos, no solo con el videojuego.*

*La evaluación no se puede limitar a decir si sabe o no por perder el juego. Es más, puede que no sea conceptual, que sea por no tener experiencias con este tipo de tecnologías o le cuesta la manipulación [motricidad]; un niño de primero que está en la etapa de conteo y está trabajando la suma en los dedos no tendrá el tiempo. La evaluación debe ser integral para analizar su proceso de forma general.*

*Una forma de evaluar desde el juego es en parejas y que cuando uno pierda el otro pueda intentarlo, y que sigan el control del otro grupo en torno a las veces que jugaron y la distancia recorrida en el juego” (Andrea 24/10/16)*

En la discusión se procedió al análisis de la experiencia desarrollada en el videojuego *Plants vs Zombies* (Ilustración 3). Los futuros profesores resaltaron la motivación que generó en los estudiantes y afirmaron *“los procesos son más amenos y el conocimiento es más fácil de adquirir, pero la experiencia no se puede quedar solo en motivación, es necesario problematizar la apropiación que se hace”* (Clara, 22/08/16). Este argumento evidenció reflexiones sobre los conocimientos didácticos y pedagógicos, puesto que reconoce la importancia de trascender la motivación a una construcción de conocimiento (Radford, 2014). En ese sentido, Clara evidenció criterios para un uso consciente de tecnología, pero no se registraron argumentos para un uso eficiente de la misma (Drijvers et al., 2016).



Ilustración 3. Interfaz de Plants vs Zombies

Por otra parte, en las verbalizaciones citadas en este último eje se resalta que los futuros profesores transformaron su actitud de malestar para usar tecnología, pues su discurso permite identificarlos comprometidos, conscientes y entusiastas por las posibilidades educativas que la experiencia les permitió reconocer (Ponte et al., 2002).

***Necesidades de formación para desarrollar los conceptos disciplinares con el uso de tecnología:*** En el desarrollo del primer eje temático se analizaron las ideas y comprensiones que tenían los futuros profesores acerca del concepto de igualdad al explorar el efecto que tenía presionar repetidas veces el signo = de la calculadora. Allí surgió la necesidad de ampliar las comprensiones que tenían al respecto y para ello se preguntó: ¿Cuál es la definición apropiada para la igualdad?, ¿Cuál es la interpretación del concepto de igualdad implícita en el uso de la calculadora simple?

A menudo, el concepto de igualdad es interpretado en las matemáticas escolares como dar una respuesta, en este sentido se pregunta ¿ $X+Y$  es un resultado?, ¿Cómo se puede interpretar  $X+Y$ ? Al respecto, Camila argumentó que *“este tipo de expresiones son difíciles de comprender por los estudiantes, pues no se puede sumar vacas y gallinas para hallar un resultado”* (08/08/16). Esta afirmación evidenció una necesidad formativa de carácter conceptual y pedagógico sobre la forma de articular los conceptos matemáticos y el contexto (Ponte et al., 2002) en cuanto está dando un significado cercano a los estudiantes pero alejado y erróneo respecto a la abstracción matemática, puesto que ambas letras hacen parte de un conjunto numérico y la interpretación de “vacas y gallinas” es cuestionable.

Para ampliar la discusión respecto al concepto con el uso de la calculadora se presentó como tarea digitar  $5+7$  y presionar la tecla igual  $n$  cantidad de veces. Luego se solicitaron algunos resultados y se preguntó si podían indicar cuántas veces se presionó el igual en el valor indicado. En la discusión se logró establecer que, al restar 5 al resultado y dividirlo después por 7, se puede encontrar la cantidad de veces que se presionó el igual.

Se indica digitar  $5 + 4 = = \dots (n \text{ cantidad de veces}) + 7 = = = \dots (n \text{ cantidad de veces})$ . De forma análoga se pidieron algunos resultados y se planteó identificar la cantidad de veces que se presionó el igual. El ejercicio ya no fue tan simple y surgió la propuesta de transformar la expresión aritmética en el contexto del álgebra de la siguiente manera:  $5+4X+7Y=?$  (la cantidad posterior al igual varía según el estudiante). En este contexto y según el resultado, se solicitó analizar los posibles valores que pueden tomar la  $X$  y la  $Y$  como variables y traer una respuesta para la próxima clase.



Al inicio de la siguiente clase, Manuel tomó la iniciativa y describió en el tablero su análisis con relación a la solución que él obtuvo: formuló la ecuación  $5+4X+7Y=300$ , la simplificó a  $4X+7Y=295$ , operó al asumir  $Y=0$  y como el valor obtenido es decimal, limita los valores de  $X$  y  $Y$  a números naturales, puesto que “no puedo presionar 0.5 veces la tecla igual” (22/08/16). Además, Manuel mencionó “a esto [señala la  $Y$ ] se le dice contador al operarlo como progresión aritmética” (22/08/16).

El razonamiento intuitivo y exploratorio le permitió a Manuel afirmar que cuando  $Y$  vale 1 y 5, la  $X$  cumple las condiciones formuladas al inicio porque obtiene números naturales. Él observó que entre ambos números (1 y 5) existía una diferencia de 4 unidades y planteó “¿será coincidencia?”, por tanto, continuó la exploración hasta  $Y=9$ , siguiente valor que cumplía las condiciones planteadas al inicio. Esto le permitió ratificar la idea de una relación numérica, pero que solo debería funcionar hasta el valor de 195 y concluyó que solo eran posibles 10 resultados diferentes.

Con los valores hallados para la  $X$  y la  $Y$ , se discutió con el grupo si existía alguna relación entre ellos y de qué naturaleza sería, algunos manifestaron que era una relación inversamente proporcional. Esta afirmación denotó una necesidad de refinar la noción de relaciones inversas e inversamente proporcionales. Al examinar ambos significados los futuros profesores concluyeron que solo cumplía una relación inversa y no inversamente proporcional.

En relación a la definición apropiada para la igualdad, los futuros profesores enunciaron una idea de condicional, de balanza, de equivalencia y de resultado. Estos enunciados permitieron identificar una necesidad de formación emergente referente a la



apropiación conceptual de los futuros profesores, en donde es un error asumir el igual como una equivalencia por las relaciones de orden. En consecuencia, se logró crear conciencia en ellos a través de la experiencia vivida y se reconocieron las características que están implícitas en los conceptos matemáticos (Artigue, 2003). Al indagar cuántas veces se presionó la tecla igual en las situaciones previamente descritas, se logró explicitar un uso de la tecnología que favorecía la enseñanza de conceptos matemáticos ya que la calculadora simple no se usaba solo para reducir la carga operativa o verificar resultados. Además, evidenció la apropiación de tecnología al indicar que este ejercicio es limitado a la calculadora simple.

En los procesos desarrollados por los futuros profesores, se evidenció una limitación conceptual a razonamientos inductivos que no lograron trascender al nivel deductivo propio de los procesos matemáticos (Artigue, 2003). En este sentido, se registró como una necesidad de formación indagar por la apropiación de los contenidos disciplinares que fueron discutidos a lo largo de la licenciatura, en especial, la connotación del igual, la relación inversa y las ecuaciones diofánticas que permitieron interpretar de forma general la segunda situación propuesta con la calculadora simple. Además, se resalta que esta necesidad de formación fue atendida al transformar los conocimientos previos de los conceptos igualdad, relación inversa y relación inversamente proporcional (Radford, 2014).

Durante el desarrollo del eje final, los futuros profesores exploraron el videojuego *Plants vs Zombies* y trataron de establecer algunas relaciones. Una de ellas fue la formación de un patrón entre disparos lanzados por un guisante y los cuadros que recorre un zombi antes de morir; definieron que para quitarle la cabeza a un zombi eran necesarios 10 disparos y luego cae derribado con un disparo más. Otra relación estuvo vinculada con el



Facultad de Educación

tiempo que avanza un zombi por casilla, pero decidieron que el tiempo no era la mejor opción, que sería más adecuado analizar los pasos por casilla concluyendo que un zombi realiza cuatro pasos por casilla. Esta exploración permitió interpretar que los futuros profesores se apropiaban conceptualmente de las condiciones necesarias para identificar razones de cambio en el uso de los videojuegos.

Un grupo de cuatro estudiantes pasó a discutir y deliberar ¿cada cuánto un lanzaguisantes lanza un guisante? Uno de ellos planteó la necesidad de analizar el periodo entre lanzamientos y fue interpelado por otro integrante que afirmó:

- *“Sí es necesario pero no obligatorio, porque si se establece la relación de la distancia podemos establecer la relación del lanzaguisante, porque sabemos que a 10 muere (el zombi) y ha sido diez siempre”* (Paula, 24/10/16)

- *“¿Pero diez qué?”* (Andrés, 24/10/16)

- *“Diez disparos. Yo digo que si analizamos los espacios que recorre el zombi, solo es necesario definir dos cosas, estamos relacionando los pasos del zombi y los disparos”* (Paula, 24/10/16)

- *“Bueno, establezcamos la relación de los pasos y los disparos. Cada paso es un guisante lanzado, o sea que da diez pasos antes de morir”* (Mario, 24/10/16)

- *“¡Por eso!, son dos casillas y media. Si cada casilla son 4 pasos, sería dos casillas y media”* (Paula, 24/10/16)

- *“¡¡Ah!! Miren éste (un nuevo zombi con cono de tránsito en la cabeza), uno diferente, miremos qué pasa”* (Andrés, 24/10/16)

Luego de contar 20 disparos y eliminarle el cono de la cabeza, Andrés afirmó que “muere a los 30 disparos” (24/10/16). Esto sugirió que la exploración le permitió al estudiante establecer nuevas conjeturas, basado en inferencias y en el reconocimiento de patrones en el videojuego (Rangel, 2016), puesto que retomó la experiencia anterior en donde un zombi pierde la cabeza a los 10 disparos, y cuando este nuevo zombi perdió su cono se asumió de la misma manera.

La discusión en torno al tiempo entre los disparos que hace un lanzaguisantes permitió ratificar la apropiación conceptual de razones de cambio entre diferentes situaciones puntuales. Además, permitió que los futuros profesores vivieran una experiencia con los videojuegos donde la tecnología se usa en la construcción del conocimiento matemático (Radford, 2014). Es importante resaltar que a diferencia de la calculadora simple y el videojuego *Math vs Zombies*, el contenido matemático en *Plants vs zombies* es implícito y requiere de criterios más refinados para identificar los aspectos específicos de la disciplina.

**Usos de tecnología que hacen los futuros profesores de matemáticas al proyectar su enseñanza en el ejercicio profesional.**

Esta línea de fuerza permitió reconocer dos tipos de usos tecnológicos que hacen los futuros profesores de matemáticas, uno para explorar diferentes tecnologías al resolver problemas matemáticos y el otro para trascender esa exploración personal a un uso educativo. A continuación se amplía cada uso.

*Exploración de diferentes tecnologías al resolver problemas matemáticos:* En el desarrollo del primer eje temático, específicamente en la tarea de digitar  $5+7$  y presionar la tecla *igual*  $n$  cantidad de veces, los futuros profesores indicaron que, al usar la calculadora, el concepto de igualdad es el habitual, solo varía el resultado de la operación implícita al presionar de forma reiterativa la tecla igual; la suma, la resta y la división se operan de forma repetitiva según el segundo valor y la multiplicación según el primero. Además, puntualizaron que esto solo sucede con la calculadora simple, pues al realizar la operación en una calculadora científica, en el computador o en el celular los resultados pueden coincidir pero es necesario desarrollar la operación de otra manera. Eso puso en evidencia que los distintos recursos tecnológicos generan diferentes procesos y favorecen otras formas de acercarse a las nociones matemáticas.

Estos argumentos dieron cuenta de una apropiación de tecnología al resolver el problema planteado en el primer eje, evidenciando que el proceso interno de la calculadora se modifica según la operación matemática (Ponte et al., 2002). Además, logran trascender las reflexiones al establecer paralelos con otras tecnologías como el computador o celular.

En el desarrollo del último eje del curso, la tarea fue descargar el videojuego *Plants vs Zombies* y explorar su interfaz. Al consultar por la actividad, los futuros profesores manifestaron haberlo explorado pero fue difícil descargarlo. Algunos informaron que la segunda versión “*pesa casi dos gigas y la versión uno no funcionó en el celular, abría pero no funcionó*”. La mayoría indicó haber descargado la primera versión para computador, puesto que la segunda no estaba disponible para dicha plataforma.

Estos argumentos permitieron evidenciar un uso de tecnología amplio y recursivo, en donde una necesidad de formación técnica no se atendió de forma directa. Se complementó la discusión al explicitar las posibilidades de indagar videos promocionales, tutoriales y blogs como alternativas para ampliar la exploración del videojuego.

En el desarrollo del taller propuesto para este último eje temático se observó la conformación de un grupo de cuatro futuros profesores. Uno de ellos manifestó tener en autoarranque del juego (software que no necesita instalación para funcionar de forma correcta) y decidieron usarlo en el computador dispuesto en el aula para las actividades académicas regulares. Esta decisión de usar la infraestructura tecnología dispuesta en el aula permitió que la exploración en el videojuego fuera observada por los cuatro profesores en el televisor de 55 pulgadas. Esta descripción permitió ratificar que ellos se relacionaron de forma fluida con diferentes tecnologías y no es prioritario dedicarle tiempo en una formación técnica.

Luego continuaron la exploración del videojuego llegando a un nuevo escenario (lanzar nueces para detener zombis). Enseguida se les preguntó si las conjeturas generadas permitían continuar con la misma estrategia en este nuevo nivel. Ellos respondieron que no porque *“a medida que se avanza, el nivel aumenta y es necesario mirar qué otras cosas se habilitan. Yo estaba en un escenario de noche y no sabía que el honguito amarillo daba soles y por eso no logré avanzar”* (Mario, 24/10/16). 3

Este argumento presentó dos elementos importantes: el primero en relación a cómo los escenarios del videojuego se convirtieron en situaciones retadoras que implicaron que los futuros profesores elaboraran nuevas estrategias y conjeturas para avanzar, y el segundo

atiende a una necesidad de refinar los criterios de exploración en diferentes tecnologías (Ponte et al., 2002) pues, al cambiar de escenario, el videojuego orienta sobre las nuevas plantas y condiciones a tener en cuenta, aspectos que Mario no reconoció.

***Apropiación para usar tecnología al enseñar matemáticas:*** La discusión en el cuarto eje temático permitió establecer una diferencia sustancial entre usar tecnología para resolver problemas en matemáticas y usarla con otros fines educativos, en este caso, para enseñar matemáticas.

La exploración del videojuego *Math vs Zombies* permitió evidenciar cómo los criterios de los futuros profesores en el uso de tecnología para enseñar matemáticas fueron refinados pero insuficientes para consolidar propuestas proyectadas a la práctica profesional, al argumentar:

*“Pensamos [el uso de Math vs Zombies] como una domesticación de la tecnología hasta cierto punto, porque es un algoritmo y ya, y solo genera la necesidad de practicar la suma y, por ser un videojuego, los motivará. Pero como tal, no pienso que el juego promueva un tipo de proceso ¿qué razonará el niño en el algoritmo y ya?, ¿hasta qué punto se debe llegar a usar la tecnología en el aula? Es muy importante cómo usarla porque somos profesores”* (Paula, 24/10/16).

Cuando Paula se refirió a una “*domesticación de la tecnología*” evocó la noción del uso de tecnología discutida por Borba y Villarreal (2005), quienes la denotan como limitada a unos usos que se acostumbra hacer de ella y no al máximo de sus potencialidades. En

otras palabras, usar la tecnología para sostener el *status quo* de las prácticas de los docentes.

El argumento de Paula evidenció la capacidad de identificar el contenido matemático que se puede discutir con el uso de dicho videojuego, pero esta apropiación no se logró de forma inmediata en *Plants vs Zombies* por presentar el contenido matemático de forma implícita. Al respecto, Carlos afirmó: “*yo lo he jugado mucho [Plants vs Zombies] pero nunca pensé las relaciones matemáticas*” (24/10/16); otros futuros profesores asintieron con afirmaciones similares.

Los argumentos de Paula y Carlos dejaron en evidencia que las posibilidades educativas de la tecnología, que identificaron los futuros profesores, están influenciadas por lo explícito de los conceptos matemáticos y por los tipos de experiencias que tienen en el uso de las mismas. Además, dichos argumentos permitieron afirmar que identificar los conceptos matemáticos no implica necesariamente una apropiación para usar tecnología al enseñar matemáticas, esto es un poco más claro al final de la verbalización de Paula, al interrogar “*¿hasta qué punto se debe llegar a usar la tecnología en el aula?*” y complementar con argumentos que justificaban la importancia del uso, pero no logró proponer alguno.

A pesar de ser el eje temático final y uno de los últimos encuentros del semestre, los futuros profesores evidenciaron unas necesidades formativas de carácter experiencial, en donde se les posibilite ampliar prácticas para refinar criterios pedagógicos, didácticos, tecnológicos y, en especial, conceptuales (Koehler y Mishra, 2009). Por otro lado, las

experiencias les deben permitir la apropiación de la tecnología a tal punto que puedan generar propuestas educativas concretas, conscientes y eficientes (Drijvers et al., 2016).

### **Aprendizajes y desafíos**

La primera línea de fuerza permitió reconocer y evidenciar cómo, el diseño del curso, atendió necesidades de formación en el uso tecnología al enseñar matemáticas, específicamente aspectos de carácter pedagógico, didáctico y disciplinar. Se observó, en el análisis de los ejes temáticos inicial y final, un aumento en la participación y la motivación para usar tecnología, conciencia para trascender sus usos habituales y criterios para proyectarlos en el ejercicio profesional dentro del contexto colombiano.

Las características significativas que se identificaron en el curso son: una metodología teórico-práctica permitió realizar reflexiones a partir de lecturas académicas y ampliarlas al vivir experiencias en el uso de tecnología; el trabajo colaborativo entre los diferentes participantes del curso posibilitó aprender de las experiencias desarrolladas por los demás; y los talleres estuvieron centrados en las necesidades de formación que la literatura ha reportado, pero los orientadores del curso también estuvieron atentos a las necesidades emergentes que los futuros profesores manifestaban durante el desarrollo de las sesiones de clase.

La evaluación del curso recogió y valoró las experiencias y aprendizajes de los futuros profesores a lo largo del semestre, además propone desafíos para trascender usos ingenuos de la tecnología y buscar medios más robustos para desarrollar y comunicar un conocimiento matemático. El diseño de las clases aportó de forma significativa tanto a sus



procesos como a la sistematización, al posibilitar que las reflexiones del curso fueran proyectadas a las prácticas en el ejercicio profesional. Además, permitió identificar y atender necesidades de formación que no fueron explicitadas en la literatura, como la evaluación con y a través de tecnología.

En relación a la segunda línea de fuerza, el *Seminario de especialización II* permitió establecer diferencias entre los usos de tecnología que hacen los futuros profesores.

Por un lado, se evidenció que cursos específicos como el curso no deben centrar sus contenidos en aspectos técnicos de la tecnología, pues los futuros profesores se relacionan de forma fluida con ellas. Sin embargo, los contenidos están ligados a los enfoques y conocimientos que los orientadores tienen, en este sentido es importante prestar atención a la idoneidad de los profesionales a cargo de dichos espacios de formación.

Por otro lado, con el fin de trascender los usos de tecnología a usos educativos para resolver problemas matemáticos, es necesario ampliar experiencias que permitan trascender las reflexiones personales a desarrollos curriculares, en los cuales se atiendan aspectos de inclusión escolar articulados con los lineamientos curriculares y derechos básicos de aprendizaje (para el caso de Colombia). En este sentido, es importante que espacios como el curso sean articulados con los demás cursos que son orientados en el programa de formación.

Para finalizar, considerar la sistematización como una mirada de saberes propios sobre la práctica posibilitó hacer visible los rostros, voces y saberes de los futuros profesores que nutren e impulsan la complejidad de los sentidos que configuran los usos de



tecnología para enseñar matemáticas. En ese sentido, sus actuaciones son saberes y conocimientos importantes para comprender su proceso formativo. Por tanto, las reflexiones plasmadas en este artículo obligan a generar otros lugares y formas de comprender la transformación curricular que se adelanta en el programa de formación al cual está adscrito el curso.

### Agradecimientos

El presente artículo hace parte del proyecto con acta 22002301-04-2016, financiado por la convocatoria interna “Innovaciones didácticas para la formación de maestros en educación superior, en la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia”.

### Referencias

- Alsina, C. (2010). *Asesinatos matemáticos: Una colección de errores que serían divertidos si no fuesen tan frecuentes*. Grupo Planeta Spain.
- Artigue, M. (2003). ¿Qué se puede aprender de la investigación educativa en el nivel universitario? *Boletín de la Asociación Matemática Venezolana*, X(2), 207–220.
- Deng, L., y Tavares, N. J. (2013). From Moodle to Facebook: Exploring students' motivation and experiences in online communities. *Computers & Education*, 68, 167–176. doi: 10.1016/j.compedu.2013.04.028
- Drijvers, P., Ball, L., Barzel, B., Heid, M. K., Cao, Y., y Maschietto, M. (2016). *Uses of Technology in Upper Secondary Mathematics Education*. Cham: Springer International Publishing. doi: 10.1007/978-3-319-33666-4
- Guedj, D. (2002). *El teorema del loro: novela para aprender matemáticas*. ANAGRAMA.
- Gueudet, G., y Trouche, L. (2009). Towards new documentation systems for mathematics teachers? *Educational Studies in Mathematics*, 71(3), 199–218. doi: 10.1007/s10649-



008-9159-8

- Koehler, M. J., y Mishra, P. (2009). What Is Technological Pedagogical Content Knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70.
- Livio, M. (2009). *¿ES DIOS UN MATEMÁTICO?* ARIEL.
- Mejía, M. R. (2012). *Sistematización. Una forma de investigar las prácticas y de producción de saberes y conocimientos* (Viceminist). La Paz - Bolivia: Ministerio de Educación.
- Pérez, M. E. D. M., y Martínez, L. V. (2012). Presencia de los futuros maestros en las redes sociales y perspectivas de uso educativo. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa - RELATEC*, 11(1), 41–51.
- Ponte, J. P. Da, Oliveira, H., y Varandas, J. M. (2002). Development of pre-service mathematics teachers' professional knowledge and identity in working with information and communication technology. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 5(2), 93–115. doi: 10.1023/A:1015892804607
- Radford, L. (2014). On the role of representations and artefacts in knowing and learning. *Educational Studies in Mathematics*, 85(3), 405–422. doi: 10.1007/s10649-013-9527-x
- Rangel, D. (2016). *El proceso de Modelación Matemática mediado por los videojuegos* (Tesis de maestría). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Selva, A., y Borba, R. (2014). *Uso de la calculadora en los primeros grados de escolaridad*. Medellín: Sello Editorial Universidad de Medellín.
- Sokhna, M., y Trouche, L. (2015). Formation mathématique des enseignants : quelles médiations documentaires?. Recuperado de <https://goo.gl/NBrpJT>

**Capítulo 4: Autoeficacia de profesores en formación inicial en el uso de tecnología  
para enseñar matemáticas**

*Resumen*

La autoeficacia ha demostrado ser un predictor fuerte de las acciones que los sujetos proyectan realizar para alcanzar un propósito específico. El objetivo del artículo es describir la autoeficacia de los profesores en formación inicial en el uso de tecnología para enseñar matemáticas, a partir de un curso de 64 horas con características específicas que se propusieron para influenciarla. En esta investigación participaron 16 profesores quienes auto diligenciaron el instrumento de medición “Preparación en el uso de tecnología para enseñar matemáticas”. Se realizaron dos mediciones, la primera al inicio del curso y la segunda después de implementar en el curso específico. Para el análisis se realizaron pruebas no paramétricas como correlación de Spearman, Kruskal-Wallis, U de Mann-Whitney y Wilcoxon. Los resultados indican que la edad, la experiencia profesional y el género no son determinantes para transformar la autoeficacia de los futuros profesores en el uso de tecnología para enseñar matemáticas. Estadísticamente se encontraron diferencias significativas entre los rangos de la autoeficacia antes y después de las transformaciones en el curso. Los futuros profesores reportaron sentirse preparados para usar diferentes tecnologías para enseñar matemáticas, sin embargo, consideran necesario tener más experiencias de formación.

*Palabras claves:* necesidades de formación, curso de tecnología, creencias de capacidad, educación superior, formación inicial de profesores, educación matemática.



## Pre-service Teachers' Self-Efficacy in the Use of Technology for Teaching

### Mathematics

#### Abstract

Self-efficacy has proved to be a hard predictor of performances that people plan to attain a specific goal. The purpose of this article is to describe the pre-service teacher self-efficacy to use technology for teaching mathematics, during a 64-hour course designed to promote self-efficacy. 16 pre-service teachers participated filling in the questionnaire 'Preparation to use technology for teaching mathematics. Two measurements were carried out, the first one at the beginning and the second one right after the course. Nonparametric tests were performed for data analysis: Spearman's rank correlation coefficient, Kruskal-Wallis test, Mann-Whitney U test and Wilcoxon test.

The results indicate age, professional experience and gender as non-significant variables on pre-service teacher self-efficacy to use technology for teaching mathematics. Statistically, there were significant differences between self-efficacy ranges before and after course implementation. Pre-service teachers reported to feel prepared to use technology for teaching. However, they consider necessary to have more training experiences.

*Key words:* training needs, technology course, self-efficacy, higher education, pre-service teacher training, mathematics education.

**Introducción**

Las investigaciones informan que el uso de tecnologías como sistemas de álgebra computacional, software de geometría dinámica y hojas de cálculo en la enseñanza de las matemáticas permiten que los estudiantes logren razonamientos más estructurados en contraste con la formación tradicional (Drijvers et al., 2016a). Además, se informa que la tecnología por sí sola no logra trascender los razonamientos matemáticos, lo que hace necesario prestar atención a la formación de los profesores para usar tecnología (Drijvers et al., 2016b).

En investigaciones que analizan la formación de profesores, una tendencia emergente indaga por las características de los cursos destinados a formarlos en el uso de tecnología y sobre las maneras para evidenciar las transformaciones que genera cada una de ellas en las acciones de estos (Abbitt & Klett, 2007; Lee & Lee, 2014; Milbrath & Kinzie, 2000; Paraskeva, Bouta, & Papagianni, 2008; Robertson & Al-Zahrani, 2012).

Al respecto, por una parte, en la literatura se registran características significativas en el diseño de cursos específicos (Kay, 2006; Tondeur et al., 2012), pero estas no son suficientes sin una norma de competencias en tecnología para la organización de los programas (Fong, Ch'ng, & Por, 2013) y lograr transformar las actitudes de los futuros profesores para el uso de tecnología (Agyei & Voogt, 2011). En este sentido, es importante explorar nuevos diseños curriculares que reflejen las tendencias educativas globales y respondan a las necesidades de formación emergentes en la actualidad (Carmona-Mesa & Villa-Ochoa, 2017; Hepp, Prats Fernández & Holgado García, 2015; Robertson & Al-Zahrani, 2012).

Por otra parte, para corroborar la pertinencia de dichos diseños se debe estudiar cómo y en qué medida logran transforman la capacidad que creen tener los futuros profesores en el uso de tecnología para enseñar matemáticas (Shaughnessy, 2004). En donde, lograr creencias positivas implica mayor compromiso y persistencia en los procesos de enseñanza (Bandura, 1994; Shaughnessy, 2004) que trascienden las limitaciones de capacidad tecnológica instalada en las instituciones (Agyei & Voogt, 2011) y la persistencia de creencias negativas implican obstáculos en el ejercicio profesional (Bandura, 2006).

En coherencia con lo anterior, este artículo se propone describir la autoeficacia de profesores en formación inicial en el uso de tecnología para enseñar matemáticas, a partir de un curso de 64 horas con características específicas que se propusieron para influenciarla. Para alcanzar el propósito planteado fue necesario diseñar un cuestionario que permitió visualizar la autoeficacia (Tabla 1). Además, en el curso —Seminario de Especialización II— se plantearon características como talleres, el diseño de clases, la producción de material audiovisual, el trabajo en grupo, fomentar la participación activa, incorporar metas específicas, confrontar episodios prácticos, complejidad tecnológica progresiva y situaciones desafío.

### **Autoeficacia en la formación inicial de profesores**

El término de autoeficacia es teorizado por Bandura (1977), quien lo define como las creencias de las personas sobre su propia capacidad para organizar y ejecutar las acciones necesarias para alcanzar determinados resultados. La atención se centra en los juicios que cada individuo tiene sobre su capacidad y no en las habilidades (Teo, 2009). Por lo tanto, las creencias relativas a la capacidad propia juegan un papel importante en la

**Facultad de Educación**

formación de profesores en tanto permiten indagar y explicar el efecto de los diseños curriculares a partir del sentimiento de preparación en el uso de tecnología para la enseñanza; además brindan información sobre cómo transforman sus acciones en su práctica profesional (Liljedahl & Oesterle, 2014). En consecuencia, creencias positivas implican mayor planeación, esfuerzo, compromiso y persistencia en los procesos de enseñanza (Abbitt, 2011; Bandura, 1994; Mama & Hennessy, 2013; Shaughnessy, 2004), mientras que creencias negativas implican obstáculos en el ejercicio profesional (Bandura, 2006).

Las investigaciones que analizan la autoeficacia de los futuros profesores se pueden dividir en tres grupos: estudios que discuten de forma general la autoeficacia sin centrarse en las particularidades de una alguna disciplina (KilinÇ, 2011; Tschannen-Moran & Woolfolk, 2001); estudios que examinan la autoeficacia en disciplinas específicas, como en el caso de la presente investigación, al enseñar matemáticas (Pepin & Roesken-Winter, 2015); y estudios que analizan la autoeficacia en el uso de tecnología en la enseñanza (Abbitt, 2011; Abbitt & Klett, 2007; Al-Awidi & Alghazo, 2012; Mama & Hennessy, 2013; Milbrath & Kinzie, 2000; Shaughnessy, 2004; Teo, 2009; Usher & Pajares, 2008; Yang & Wu, 2013).

En la literatura consultada, sólo se registra la investigación de Doukakis, Chionidou-Moskofoglou, Mangina-Phelan & Roussos (2010) en la especificidad temática de la autoeficacia para el uso de tecnología al enseñar matemáticas. Sin embargo, en ella se informa que el análisis de los datos no mostró valores estadísticos significativos en la autoeficacia para el uso de tecnología luego de la asignatura obligatoria “Teaching Mathematics - Practicum Phase”. Los investigadores advierten que al parecer los futuros



profesores ya habían adquirido los conocimientos necesarios para su uso antes de ingresar a la universidad.

De la anterior investigación se resalta que al considerar la especificidad de la autoeficacia es obligatorio definir la relación teórica y metodológica del constructo que se articula con ella (Bandura, 2012). Por ello, una posible causa de los valores no estadísticamente significativos en la investigación de Doukakis et al. (2010) tiene que ver con la información metodológica de la asignatura obligatoria. Dicha información no fue explícita en la propuesta de la asignatura para analizar los objetivos de la intervención y determinar cómo estos influyeron en la autoeficacia. Además, carece de información del contexto para examinar las situaciones desafío que se discuten (Bandura, 2006).

Las investigaciones referenciadas en este documento usaron cuestionarios para el registro de la información que son importantes y necesarios en tanto aportan estrategias significativas para transformar la autoeficacia de los futuros profesores al usar tecnología, pero no son suficientes para estudiar la autoeficacia en el uso de tecnología para enseñar matemáticas debido a la ausencia de información en el análisis funcional específico (Bandura, 2006; 2012) e ignoran, en su mayoría, que la autoeficacia de los profesores varía en las diferentes disciplinas (Prieto, 2005). Para abordar esta falencia se diseñó el cuestionario “Preparación en el uso de tecnología para enseñar matemáticas” que retoma las investigaciones actuales y busca atender las dificultades que éstas reportan.

### **Diseño del cuestionario “Preparación en el uso de tecnología para enseñar matemáticas”**

El desafío de diseñar un cuestionario que proporcione información sobre la autoeficacia en el uso de tecnología para enseñar matemáticas implica definir con claridad



una perspectiva teórica, los descriptores a utilizar para medirla, la manera de redactar y enunciar a partir la teoría los descriptores o ítems, la manera de organizar y plantear de forma exhaustiva los ítems en un instrumento con el fin de medir las creencias de la capacidad propia en el dominio de la actividad específica.

En primer lugar, Bandura (1994) señala que la autoeficacia permite evaluar cuatro tipos de procesos, a saber: posibles escenarios que resultarán de las acciones antes de actuar y plantear sus metas —proceso cognitivo—; expectativas de resultados, atribuciones causales y metas cognitivas —proceso de motivación—; depresión, niveles de ansiedad y activación del arousal —proceso afectivo—; selección de los ambientes y actividades donde se consideran hábiles —proceso selectivo—.

En segundo lugar, en relación con los factores que influyen la autoeficacia, Bandura (1994) plantea cuatro: experiencias de dominio, experiencia vicaria, persuasión verbal, y estado fisiológico. Las experiencias positivas en situaciones que implican desafíos son más efectivas para crear un fuerte sentido de dominio real —experiencia de dominio—; observar a otras personas ejecutar de forma exitosa en ciertas actividades permite crear y fortalecer creencias de capacidad para enfrentar diferentes desafíos —experiencia vicaria—; persuadir verbalmente a las personas de que poseen las capacidades necesarias para dominar diferentes actividades con éxito es la forma más difícil de influenciar —persuasión verbal—; por último, los estados de ánimo, emociones, reacciones físicas y los niveles de estrés pueden repercutir en cómo una persona se siente respecto a sus habilidades personales, indicadores como cansancio o nervios afectan de forma significativa la realización de tareas —estado fisiológico—.

En tercer lugar, para medir la autoeficacia, en el diseño de los cuestionarios es necesario considerar la formulación de las afirmaciones en términos de juicios de capacidad vinculados a situaciones que plantean desafíos —nivel de dificultad— y se espera un desempeño exitoso (Bandura, 2006). Los cuestionarios, bajo una escala Likert, son los de mayor uso para medir las creencias en la capacidad propia (Abbitt, 2011; Abbitt & Klett, 2007; Bandura, 2006; Milbrath & Kinzie, 2000; Teo, 2009); la escala para analizar autoeficacia inicia en cero e incluye un nivel de medición amplio para evitar imprecisión en la misma —se sugiere de cero a diez— (Bandura, 2006; 2012). En consecuencia, se define una escala de 11 puntos para el cuestionario “Preparación en el uso de tecnología para enseñar matemáticas”, a saber: (0) No me siento preparado, (5) Me siento relativamente preparado y (10) Me siento altamente preparado.

### **Redacción de los ítems del cuestionario “Preparación en el uso de tecnología para enseñar matemáticas”.**

Para la redacción de los ítems y para la validez de contenido en relación a los procesos que se pueden evaluar a partir de la autoeficacia, se revisaron las publicaciones de Bandura (1977; 1994; 2006; 2012) y escalas que analizan la autoeficacia en la formación inicial de profesores (Abbitt, 2011; Abbitt & Klett, 2007; Al-Awidi & Alghazo, 2012; Doukakis et al., 2010; KilinÇ, 2011; Mama & Hennessy, 2013; Milbrath & Kinzie, 2000; Pepin & Roesken-Winter, 2015; Shaughnessy, 2004; Teo, 2009; Tschannen-Moran & Woolfolk Hoy, 2001; Usher & Pajares, 2008; Yang & Wu, 2013).

Inicialmente se presentó un cuestionario que contenía 30 ítems y con este se realizaron dos pruebas piloto con el fin de comprender mejor los ítems y depurarlos. La

primera prueba piloto determinaba la comprensión de cada ítem y se aplicó a 10 futuros profesores de diferentes disciplinas. La segunda se realizó a veinte estudiantes de un programa de formación para futuros profesores en matemáticas. Los datos obtenidos permitieron identificar la información medida en relación a la actividad de dominio específico.

Como resultado de estos dos estudios, la redacción de los ítems se depuró, algunos se eliminaron y se redactaron otros indicadores emergentes. Se resaltan los ítems 24 y 25 porque se desarrollaron para contrastar y verificar la consistencia de las creencias de capacidad informadas en los anteriores ítems (Mama & Hennessy, 2013).

Por una parte, el ítem 24 indaga por las creencias de capacidad para utilizar software y hardware para enseñar matemáticas y presenta 14 subítems que indagan sobre las tecnologías exploradas en el curso. Por otra parte, el ítem 25 cuestiona las creencias de capacidad para utilizar tecnología al enseñar temáticas específicas de las matemáticas y presenta 10 subítems. Por lo tanto, valores altos en los ítems 1, 2, 4, 6, 7, 9, 17 y 22 (Tabla 1) deben conservar relación con el promedio de los valores en el ítem 24. En la misma lógica, valores altos en los ítems 3, 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21 y 23 (Tabla 1) deben conservar relación con el promedio de los valores en el ítem 25.

Tabla 3

*Ítems del cuestionario preparación para usar tecnología al enseñar matemáticas*

1.	Estoy preparado para solucionar diferentes dificultades en la manipulación de tecnologías.
2.	Estoy preparado para utilizar las experiencias previas frente al uso de tecnología, como ayuda para manipular las tecnologías propuestas en el Seminario de Especialización II.
3.	Estoy preparado para usar la terminología correcta al enseñar matemáticas con tecnología.
4.	Estoy preparado para aprender autónomamente a integrar tecnología en la enseñanza de las matemáticas.
5.	Estoy preparado para utilizar diferentes tecnologías en la clase de matemáticas.
6.	Estoy preparado para que, con el tiempo, mi capacidad para hacer frente a las necesidades tecnológicas de los estudiantes mejoren.
7.	Estoy preparado para actualizarme en el uso de las tecnologías que integro en clases de matemáticas.

Facultad de Educación

8.	Estoy preparado para reconocer las experiencias de otros colegas como referentes en la planeación de mis clases.
9.	Estoy preparado para utilizar la tecnología como medio para transformar la sociedad, permeada por intereses políticos, económicos y culturales.
10.	Estoy preparado para identificar las <i>potencialidades</i> del uso de diferentes tecnologías en la enseñanza de las matemáticas.
11.	Estoy preparado para identificar las <i>fortalezas</i> del uso de diferentes tecnologías en la enseñanza de las matemáticas.
12.	Estoy preparado para identificar las <i>debilidades</i> del uso de diferentes tecnologías en la enseñanza de las matemáticas.
13.	Estoy preparado para reconocer el componente <i>didáctico</i> al momento de usar cualquier tecnología en la clase de matemáticas.
14.	Estoy preparado para reconocer el componente <i>pedagógico</i> de usar cualquier tecnología en la clase de matemáticas.
15.	Estoy preparado para reconocer el componente <i>matemático</i> al momento de usar cualquier tecnología en la clase de matemáticas.
16.	Estoy preparado para diseñar mi clase de matemáticas donde los estudiantes utilicen la tecnología en el aprendizaje de conceptos matemáticos.
17.	Estoy preparado para adaptar experiencias que integran recursos tecnológicos y promueven el aprendizaje en los estudiantes.
18.	Estoy preparado para evaluar el conocimiento matemático adquirido por mis estudiantes al usar tecnología en su proceso de aprendizaje.
19.	Estoy preparado para afrontar el uso de la tecnología en la clase de matemáticas con la infraestructura que se dispone en Colombia.
20.	Estoy preparado para identificar las necesidades de los estudiantes al adquirir los conocimientos matemáticos con el uso de tecnología.
21.	A partir de las experiencias logradas en el curso, considero que tengo más habilidades frente al uso de la tecnología en la clase de matemáticas.
22.	Al observar el uso de tecnología por mis compañeros del Seminario de Especialización II, me considero más preparado para usarla.
23.	Estoy preparado para usar tecnología al enseñar matemáticas, de forma similar o mejor, a mis profesores del Seminario de Especialización II.
24.	Preparación para usar tecnología (se presentan 14 tecnologías con la misma escala de 0 a 10).
25.	Preparación para usar tecnología al enseñar matemáticas (se presentan 10 contenidos matemáticos con la misma escala de 0 a 10).

Este nuevo conjunto de 25 ítems (Tabla 1) fue evaluado por cinco expertos, entre los cuales estuvieron incluidos profesores de matemáticas en la formación inicial, investigadores en el uso de tecnología para la enseñanza de las matemáticas y expertos en estadística. A cada experto se le solicitó juzgar el contenido de cada uno en las categorías propuestas en el inventario (suficiencia, claridad, coherencia y relevancia) y posteriormente realizar las observaciones y sugerencias convenientes para mejorar los reactivos (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008).

Para fortalecer los niveles descriptivos del estudio y aportar evidencia empírica sobre el dominio funcional específico en la enseñanza de las matemáticas, se garantizó que la redacción de los primeros 23 ítems correspondiera con la naturaleza de las necesidades de formación en el uso de tecnología. Esta noción es una adjetivación de seis tipos de necesidades identificadas, por medio de una revisión de literatura, en estudios empíricos de forma implícita y explícita (Carmona-Mesa & Villa-Ochoa, 2017).

### **Necesidades de formación en el uso de tecnología para enseñar matemáticas.**

Un limitador del nivel explicativo y predictivo en los ítems de los cuestionarios basados en la autoeficacia es que presentan poca o ninguna relevancia en el dominio en la actividad que está siendo estudiada (Bandura, 2006; 2012). En la presente investigación, este dominio se centra en el uso de tecnología para enseñar matemáticas y se analiza a partir de necesidades de formación en el uso de tecnología que tanto la literatura como los futuros profesores ponen en evidencia en los cursos de formación. Carmona-Mesa y Villa-Ochoa (2017) desarrollaron una revisión de la literatura internacional en la que determinaron seis tipologías con respecto a dichas necesidades. Los autores la denomina como: experiencial, funcional, actitudinal, ética, crítica y pragmática.

Conforme Carmona-Mesa y Villa-Ochoa (2017) describieron, las necesidades de formación se adjetivan por la naturaleza de su contenido, a saber: el tipo de estrategia es significativo para movilizar los futuros profesores en la tipología de las necesidades de formación —Experiencial—; considerar las experiencias previas y espacios extracurriculares para una formación técnica —Funcional—; motivar un cambio en las creencias, actitudes y confianza en el uso de tecnología —Actitudinal—; considerar

cuestiones morales y éticas de la tecnología que son permeadas por asuntos políticos, económicos y culturales —Ética—; develar las fortalezas y debilidades de la tecnología para su uso en la ejercicio profesional —Crítica—; desarrollar trabajo de campo en contextos reales previos al ejercicio profesional —Pragmática—. Para esta última tipología, afectada por factores externos —políticas institucionales, recursos, tiempo, entre otros—, en la revisión de literatura se identificaron alternativas como el análisis de registro digital en el cual profesores en ejercicio desarrollan una clase y la discusión del diseño de la misma.

Las limitaciones en los diseños de cursos propuestos para formar futuros profesores en el uso de tecnología exige explorar nuevos diseños curriculares que reflejen las tendencias educativas globales (Hepp et al., 2015; Robertson & Al-Zahrani, 2012). En este sentido, las necesidades de formación en el uso de la tecnología aportaron al diseño metodológico del curso que se propuso como intervención para la implementación previa y posterior del cuestionario. La primera implementación contextualiza a los estudiantes en las experiencias previas, mientras que la segunda los contextualiza en el curso que se propone transformar el uso de tecnología para la enseñanza de las matemáticas.

### **Diseño del curso**

En el diseño del curso, las necesidades de formación en el uso de tecnología se articularon con los factores que influyen en el desarrollo de la autoeficacia: experiencia de dominio, experiencia vicaria, persuasión verbal y estado fisiológico. Además, se consideraron las estrategias registradas en la literatura como experiencias significativas en el diseño de cursos específicos para formar futuros profesores en el uso de tecnología (Kay, 2006; Tondeur et al., 2012).



La intensidad del curso fue de 64 horas y se desarrolló durante el segundo semestre de 2016. El curso se dividió en sesiones de cuatro horas por semana. La estructura de cada sesión constó de tres momentos: presentación de un artículo de investigación que refería al uso de tecnología, elegido y presentado por un estudiante diferente cada semana; desarrollo de un taller acerca de la producción de conocimientos a través de la tecnología y; otra presentación acerca de lecturas que ampliaban el horizonte de los estudiantes en relación con la literatura y las matemáticas, asimismo, propiciaba reflexiones acerca del contenido matemático.

Los talleres se plantearon con el objetivo de motivar el trabajo individual y colectivo, actuaciones en relación con la tecnología y reflexiones en torno a los aprendizajes matemáticos y el rol de los medios en esos aprendizajes. Además, estos talleres permitieron experiencias en situaciones que implican desafíos en el desarrollo de los cuatro ejes temáticos: se inició con el uso de la calculadora, luego se analizó software educativo, posteriormente se discutió cómo la tecnología apoya los procesos modelación matemática, y se concluyó con internet, dispositivos móviles y videojuegos. El contenido de los ejes temáticos, para favorecer la persuasión verbal de forma directa (por los orientadores del curso) e indirecta (por la propia experiencia de los futuros profesores), se planteó en un nivel de complejidad tecnológico progresivo en donde los futuros profesores, para cada encuentro, enfrentaban situaciones que les exigían retomar los conocimientos adquiridos en experiencias previas para resolver nuevos problemas y explorar nuevas tecnologías.

En los ejes temáticos se reconoció la necesidad de conocimientos en diferentes dominios —pedagógico, tecnológico, didáctico y matemático— que se articularon a las

**Facultad de Educación**

formas de hacerlos y producirlos. Además, se reconoció una formación que trascendió el vivir experiencias de dominio —individuales y grupales— hacia la proyección de la capacidad para usar tecnologías en el ejercicio profesional, que ponía en evidencia fortalezas, temores y preferencias personales.

En la evaluación del curso se consideraron estrategias informadas en la literatura como favorables para mejorar la autoeficacia en los futuros profesores. Este proceso se dividió en: participación activa y trabajo colaborativo para propiciar el aprendizaje vicario; la entrega de tareas emergentes en los encuentros; el desarrollo de un proyecto final que brindó como opciones: la transformación de un texto, la producción de un artículo, de un material audiovisual o de otro recurso digital (Kiili, 2016); y el diseño de clases (Lee & Lee, 2014) de las cuales, una se diseñó al finalizar el primer eje temático y se acota en el uso de la calculadora y otra se diseñó a mitad del cuarto eje, donde se exige implementar software educativo, OVAS o videojuegos (Martín del Pozo et al., 2017).

**Resultados**

El presente estudio se desarrolló en una Institución de Educación Superior pública ubicada en Medellín-Colombia. En Colombia, para el momento de la investigación, solo siete programas de formación para futuros profesores de matemáticas eran acreditados por el Ministerio de Educación Nacional, entre estos uno era ofrecido en Medellín y es en el cual se desarrolló el estudio. Además, sólo se logró un grupo que cumpliera con las características de especificidad requeridas para la implementación del instrumento y con el cupo mínimo de estudiantes matriculados para ofertar el curso en la Institución de Educación Superior.



**Facultad de Educación**

Para el registro de los datos, el pre-test se implementó durante el segundo encuentro del semestre a 21 profesores en formación inicial y el pos-test en el último encuentro a sólo 16 de ellos (9 hombres y 7 mujeres), de los 5 futuros profesores que no asistieron, 3 cancelaron el curso y 2 no estuvieron ese día.

Si bien los cuestionarios fueron auto diligenciados y anónimos, por la caligrafía e información demográfica del registro del pre-test se logró depurar los cuestionarios que no podrían ser analizados por falta de su recíproco en el post-test. Además, el análisis de los datos registrados se realizó en el IBM SPSS Statistics 23.

Para establecer las creencias de capacidad de los futuros profesores en el uso de tecnología para enseñar matemáticas, se trabajó con la media de la autoeficacia en los registros pre y post-test. Se realizó una prueba de rangos de Wilcoxon dado el tamaño de muestra tan reducido y la no normalidad en los datos. Esta técnica estadística no paramétrica se usa para comparar el rango medio de dos muestras relacionadas y determinar si existen diferencias entre los puntajes de autoeficacia antes y después de la transformación del curso específico.

Los resultados informan una diferencia significativa de la autoeficacia de los futuros profesores antes ( $M=4,92$ ;  $DT=1,199$ ) y después ( $M=6,96$ ;  $DT=1,357$ ) del curso ( $p = 0,001$ , prueba de rangos de Wilcoxon). Esto sugiere que el diseño metodológico del curso tiene efectos significativos en la autoeficacia de los futuros profesores en el uso de tecnología para enseñar matemáticas.

Los ítem 24 y 25 se construyeron con el objetivo de contrastar y analizar la consistencia de las creencias de capacidad informadas en los otros ítems. En ese sentido, se definieron como variables aleatorias ordinales de las medias para cada ítem en los registros

**Facultad de Educación**

pre y post (valores subrayados en la Tabla 2) y se halló el coeficiente de correlación de Spearman. En la Tabla 2 se identifica que la relación entre la media del uso de diferentes tecnologías (ítem 24) y las medias de los demás ítems aumenta de forma significativa en el registro post; la mayoría de las correlaciones se encuentran en rango alto, excepto los ítems 1, 3, 9, 14, 15 y 19 (valores en negrilla). Los valores de las correlaciones en las medias de los ítems 1 y 9, en relación con la media del ítem 24, sugieren que la formación técnica y la preparación para utilizar tecnología atendiendo a situaciones contextuales auténticas no se relacionan con las creencias de capacidad para usar diferentes tecnologías en el ejercicio profesional (Tabla 1).

Por otra parte, la media de usar tecnología en diferentes temáticas (ítem 25) y las medias de los demás ítems evidenciaron un aumento a valores de correlación altos, de correlaciones altas y moderadas disminuyen a bajas y muy bajas para los ítems 1, 9, 19, 20 y 23 (valores en negrilla y cursiva de la Tabla 2).

Las correlaciones propuestas como contraste entre las medias de los ítems 19, 20 y 23 en relación con la media del ítem 25 (Tabla 2), indican que las creencias de capacidad para usar tecnología en diferentes temáticas no están relacionadas con la infraestructura dispuestas en las aulas colombianas, con la dificultad para identificar las necesidades de los estudiantes para adquirir el conocimiento y por el aprendizaje vicario a partir de las prácticas de los orientadores del curso (Tabla 1).

La correlación entre las medias de los ítems 24 y 25 aumenta el coeficiente de moderado a alto, lo cual sugiere que las creencias de capacidad para usar tecnologías están influenciadas por las temáticas. En este sentido, por ejemplo, la autoeficacia para usar el software GeoGebra se asocia a la autoeficacia para enseñar Geometría (ítems 24 y 25 en

Tabla 1). Además, las correlaciones en el registro post entre el ítem 24 con los ítems 2, 4, 7, 17 y 22 y el ítem 25 con los ítems 3, 13 y 14, informan que existe mayor consistencia en la información que reportaron los futuros profesores en el uso de diferentes tecnologías que en el uso de tecnología para enseñar diferentes temáticas.

Tabla 2

*Correlación de Spearman entre los ítems, uso de tecnologías y diferentes temas (pre/post).*

Necesidades de formación	Ítems (IT)	Uso de Tecnologías (ítem 24)	Diferentes temas (ítem 25)	
<b>Funcional</b>	IT25	,521*	,645**	
	IT1	-,217	<b>,384</b>	
	IT2	-,108	,632**	
	IT3	-,194	<b>,319</b>	
	IT4	,044	,527**	
<b>Actitudinal</b>	IT5	,217	,632**	
	<b>Ética</b>	IT6	,187	,583**
		IT7	-,251	,578**
		IT8	,114	,647*
		IT9	,450	<b>,432</b>
<b>Crítica</b>	IT10	,473	,454	
	IT11	,478	,486	
	IT12	,434	,651**	
	IT13	,315	,599*	
	IT14	,231	<b>,379</b>	
	IT15	,253	<b>,290</b>	
<b>Pragmática</b>	IT16	,625**	,649**	
	IT17	,622*	,589*	
	IT18	,292	,643**	
	IT19	,495	<b>,399</b>	
	IT20	,540*	,528*	
<b>Experiencial</b>	IT21	,302	,768**	
	IT22	,403	,562*	
	IT23	,614*	,503*	

\*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

\*\*.. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

El análisis de los ítems no solo se realizó para cada informante, también se hallaron las medianas por ítem y por grupo de ítems que atienden a la naturaleza de cada necesidad de formación. La Tabla 3 presenta dichas medianas tanto para el registro pre como el post

**Facultad de Educación**

(valores subrayados); en la mayoría de los ítems se aumentan los valores en el registro post, solo los ítems 4, 7 y 15 conservan el mismo valor. El ítems 6 es el único que presenta en su mediana del registro post un valor decreciente, esto es un indicio de que los futuros profesores encuentran pertinente actualizar los conocimientos para atender a las necesidades tecnológicas que exigen en esta época los estudiantes.

Tabla 3  
*Mediana por ítem y grupo de ítems en cada necesidad de formación (pre/post).*

Necesidades de formación	Ítems (IT)	Mediana (pre/post)	Mediana por necesidades (pre/post)
<b>Funcional</b>	IT1	5 <u>7</u>	5 <u>8</u>
	IT2	5 <u>8</u>	
	IT3	5 <u>8</u>	
	IT4	8 <u>8</u>	
<b>Actitudinal</b>	IT5	6 <u>8</u>	6 <u>8</u>
	IT6	9 <u>8</u>	
<b>Ética</b>	IT7	9 <u>9</u>	9 <u>9</u>
	IT8	<b>8</b> <u><b>10</b></u>	
	IT9	6 <u>8</u>	
<b>Crítica</b>	IT10	6 <u>8</u>	7 <u>8</u>
	IT11	7 <u>8</u>	
	IT12	7 <u>8</u>	
	IT13	7 <u>8</u>	
	IT14	7 <u>8</u>	
	IT15	7 <u>7</u>	
<b>Pragmática</b>	IT16	6 <u>8</u>	6 <u>8</u>
	IT17	6 <u>8</u>	
	IT18	7 <u>8</u>	
	IT19	5 <u>8</u>	
<b>Experiencial</b>	IT20	6 <u>8</u>	6 <u>8</u>
	IT21	6 <u>9</u>	
	IT22	6 <u>8</u>	
<b>Ítems de contraste</b>	IT23	5 <u>7</u>	1 <u>6</u>
	IT24	<b>1</b> <u><b>6</b></u>	
	IT25	5 <u>8</u>	

En las medianas por ítems solo el 8 y 24 registran valores extremos (valores en negrilla), esto sugiere, por un lado, que las experiencias de los futuros profesores en el uso

**Facultad de Educación**

de tecnología son significativas para mejorar las creencias de capacidad y, por el otro, ratifica que el diseño metodológico del curso transformó las creencias de capacidad para usar diferentes tecnologías al enseñar matemáticas.

Además de los 25 ítems, el cuestionario indagó por información demográfica en la cual se solicitó edad (rango de la muestra entre 20 y 38 y mediana de 25 años), experiencia profesional (dos futuros profesores con ninguna, diez con práctica previa al ejercicio profesional y cuatro profesor en ejercicio) y género (masculino y femenino). Para analizar cómo la autoeficacia de los futuros profesores en el uso de tecnología para enseñar matemáticas se relaciona con el género, la edad y la experiencia profesional se realizaron pruebas no paramétricas dado el tamaño de muestra y la no normalidad en los datos.

Los resultados muestran que no hay evidencia estadística para concluir que existen diferencias entre la autoeficacia para usar tecnología al enseñar matemáticas y el género ( $p = 0,560$ , prueba *u* de Mann-Whitney), la edad ( $p = 0,441$ , Correlación de Spearman) y la experiencia profesional ( $p = 0,569$ , prueba de Kruskal-Wallis). Es así como se concluye para este estudio que variables como género, edad y experiencia profesional no son determinantes para transformar la autoeficacia de los futuros profesores para usar tecnología al enseñar matemáticas.

**Discusión y conclusiones**

**Autoeficacia de profesores en formación inicial para usar tecnología al enseñar matemáticas.**

**Facultad de Educación**

Los resultados de esta investigación aportan evidencia estadística que permite describir la autoeficacia que configuraron los profesores en formación inicial para usar tecnología al enseñar matemáticas a partir de las experiencias desarrolladas en un curso de 64 horas. Además, la evidencia corroboró la necesidad de establecer ítems de contraste, en el desarrollo del cuestionario, para mejorar el análisis de las creencias de capacidad autoinformadas por los futuros profesores (Mama & Hennessy, 2013).

Por una parte, en los registros pre del cuestionario se observó inconsistencia en la capacidad percibida por los futuros profesores para usar tecnología en el ejercicio profesional, información corroborada por los ítems 24 y 25. Por otra parte, en el registro post, luego de la implementación del curso, los valores de correlación entre las medias de los ítems que describen la naturaleza de las necesidades de formación y los ítems 24 y 25, informan consistencia en la capacidad percibida por los futuros profesores para usar tecnología al enseñar matemáticas.

De este estudio se derivan resultados importantes. Por un lado, se brindó evidencia estadística que informa la autoeficacia de los futuros profesores es más fuerte en el uso de diferentes tecnologías que en el uso de tecnología en diferentes temáticas. Por otro lado, la evidencia corroboró lo informado por Siddiq y Scherer (2016), quienes hallaron las creencias de capacidad en el uso de tecnología con fines educativos, como prerrequisito para iniciar reflexiones más elaboradas en sus usos pedagógicos e integración en actividades del aula. Finalmente, se evidencia la necesario que las instituciones apoyen la formación de sus futuros profesores en cursos específicos que trasciendan la adquisición de habilidades técnicas para la manipulación de recursos tecnológicos (Abbitt & Klett, 2007; Kiili, 2016; Siddiq & Scherer, 2016). Todo esto amplia en la comprensión frente a los

aspectos que intervienen en un curso que se propone transformar las creencias de capacitada en el uso de tecnología al enseñar.

La evidencia estadística obtenida en esta investigación contrasta con el estudio de Doukakis et al. (2010), quienes no hallaron, en muestra 25 futuros profesores, una mejora estadísticamente significativa en la autoeficacia en el uso de tecnología para enseñar matemáticas luego de la implementación de un curso destinado a transformarla. Esto permite concluir que los diseños del curso y del cuestionario “Preparación en el uso de tecnología para enseñar matemáticas”, permitieron transformar la autoeficacia y registrar dichas transformaciones de manera eficiente al considerar el dominio funcional específico a partir de las necesidades de formación en el uso de tecnología. En otras palabras, el reconocer la especificidad de la autoeficacia en profesores matemáticas permitió evidenciar información estadística para el análisis funcional específico (Bandura, 2006; 2012; Prieto, 2005), al definir la relación teórica y metodológica tanto para el curso como el cuestionario.

Los resultados de este estudio presentan la existencia de casos en los que características como el género, la edad o la experiencia profesional no influyen en la autoeficacia de los futuros profesores. En ese sentido, se ofrece evidencia estadística para extender los trabajo de Paraskeva et al. (2008), Siddiq y Scherer (2016), Abbitt (2011) y Doukakis et al. (2010) quienes señalaron como factores que influyen en la autoeficacia de los futuros profesores las características individuales, el género, la edad y las experiencias previas en el dominio específico como profesores y en el uso de tecnología. Esta evidencia se interpreta como producto de dos aspectos: los estilos de aprendizaje particulares de los futuros profesores en el contexto colombiano y que el diseño metodológico del curso permitió transformar la autoeficacia de los futuros profesores, sin importar sus

características individuales y las experiencias previas en el uso de tecnología y en ejercicio profesional.

### **Influencia del curso en la autoeficacia de los futuros profesores.**

La naturaleza descriptiva de esta investigación permite conjeturar qué características en el diseño del curso fueron más significativas en la autoeficacia. En este sentido, la evidencia estadística permite ratificar los resultados obtenidos por Abbitt (2011) al informar las experiencias de dominio en el uso de tecnología como relevantes para transformar las creencias de capacidad de los futuros profesores.

Además, se corrobora que complementar las experiencias de dominio con talleres, el diseño de clase y producción de material audiovisual influyen en la autoeficacia de los futuros profesores para usar tecnología, aspectos informados por Robertson y Al-Zahrani (2012), Lee y Lee (2014) y Kiili (2016) respectivamente.

Las experiencias de dominio cumplen un papel importante en el curso, pero en el desarrollo del mismo, trabajar en grupo, fomentar la participación activa y analizar el trabajo de los demás futuros profesores en el curso son acciones que influyen en los valores de autoeficacia. Por lo tanto, los resultados sugieren que el curso logró transformar la autoeficacia de los futuros profesores por medio del aprendizaje vicario al incorporar metas específicas y confrontar episodios prácticos (Wang, Ertmer & Newby, 2004). Es importante resaltar que la evidencia estadística en la presente investigación informó el logro del aprendizaje vicario en los futuros profesores a través de la interacción con sus pares y no por las prácticas de los orientadores del curso.



**Facultad de Educación**

De igual forma, se encontró que los valores de las correlaciones en la implementación post, registran coeficientes positivos y más altos que los encontrados antes de la transformación del curso. Esta información sugiere que los desaciertos en el desarrollo del curso no registraron estados de ánimo, emociones o estados fisiológicos que correlacionen negativamente las creencias de capacidad. En este sentido, los resultados se contrastan con lo encontrado por Abbitt (2011), quien reporta que los desaciertos en ambientes auténticos generan estados fisiológicos negativos que afectan de forma significativa la autoeficacia de los futuros profesores. Esto se interpretó en relación a la persuasión verbal, de forma directa (por los orientadores del curso) e indirecta (por la propia experiencia de los futuros profesores), lograda con el nivel de complejidad tecnológico progresivo en el curso, en donde los futuros profesores enfrentaban situaciones que les exigían retomar los conocimientos adquiridos en experiencias previas para resolver nuevos problemas y explorar nuevas tecnologías.

Los resultados en relación al aprendizaje vicario, los estados fisiológicos y la persuasión verbal se constituye como aportes significativos en la literatura actual, en cuanto son aspectos poco discutidos, inconsistentes o no considerados en la construcción de instrumentos en gran número de investigaciones (Usher & Pajares, 2008).

Autores como Milbrath y Kinzie (2000), Shaughnessy (2004) y Teo (2009) sugieren que la formación inicial de profesores debe permitir identificar el uso de tecnología como un proceso continuo, con responsabilidad y conciencia como un conocimiento que debe estar en constante evolución. Al respecto, las situaciones desafío del curso se convirtieron en un aliciente para fomentar una formación continua en el uso de tecnología. Además, la

apropiación técnica y la preparación para atender situaciones contextuales auténticas no influyen en las creencias de capacidad para usarla en el ejercicio profesional.

De igual forma, los resultados informan conciencia y responsabilidad en la medida en que los futuros profesores explicitan autoeficacia en su uso y la necesidad de ampliar en experiencias que permitan reconocer allí el componente matemático. Esto sugiere que el curso amplió la comprensión de la complejidad del uso de tecnología al enseñar, en cuanto una apropiación técnica no garantiza trascender un uso elemental en la clase de matemáticas. En otras palabras, los futuros profesores evidencian reconocer que manipular los recursos tecnológicos no es una condición suficiente para usarlos en la clase de matemáticas de forma eficiente (ítem 15 en Tabla 2).

#### **Aportes a las necesidades de formación en el uso de tecnología.**

Conforme Carmona-Mesa y Villa-Ochoa (2017) han descrito, es necesario desarrollar investigaciones que permitan describir la relación entre las diferentes necesidades de formación para el uso de tecnología. Los valores de las correlaciones (Tabla 2) y medianas (Tablas 3) de este estudio explicitan que la evolución de una a otra no se puede pensar de forma jerárquica; si bien es necesario desarrollar más estudios para identificar con mayor precisión la relación entre las necesidades de formación, los resultados de esta investigación sugieren pensar una relación dinámica entre ellas.

#### **Aspectos a fortalecer en futuras investigaciones.**

Los valores del ítem 15 no tienen cambios significativos en las medias de la autoeficacia en la implementación pre y post, este indicador refiere a la capacidad para

**Facultad de Educación**

identificar el contenido matemático en el uso de tecnología, aspecto verificado por sólo registrar coeficientes de correlación en las medias de los ítems 3, 13 y 14 en relación con la media del ítem 25. Por lo tanto, es necesario fortalecer las experiencias que tienen los futuros profesores para transformar la autoeficacia en el uso de tecnología para enseñar matemáticas.

De igual forma, es necesario desarrollar investigaciones que permitan fortalecer el cuestionario “Preparación en el uso de tecnología para enseñar matemáticas”, de manera que sea posible contrastar los resultados con diferentes estudios que analicen el cuestionario y el diseño del curso en otros contextos. Además, en estudios posteriores se debe realizar una validación psicométrica del cuestionario que trascienda la validación de expertos en la temática educativa presentada en este artículo (Usher & Pajares, 2008).

**Conclusiones**

La autoeficacia ha demostrado ser un predictor fuerte de las acciones que los futuros profesores proyectan para el ejercicio profesional. En consecuencia, creencias positivas implican mayor planeación, esfuerzo, compromiso y persistencia en los procesos de enseñanza, mientras que creencias negativas, implican obstáculos en el ejercicio profesional. El presente estudio describe la autoeficacia que configuraron profesores en formación inicial en el uso de tecnología para enseñar matemáticas, a partir de un curso de 64 horas con características específicas que se propusieron para influenciarla. En esta investigación participaron 16 futuros profesores quienes auto diligenciaron el instrumento de medición “Preparación en el uso de tecnología para enseñar matemáticas” que fue



desarrollado para la presente investigación y con el propósito de considerar el dominio funcional específico a partir de las necesidades de formación en el uso de tecnología.

Si bien, la muestra estadísticamente no es significativa para validar el instrumento, la evidencia estadística hallada en este estudio se constituye como un esfuerzo por aportar evidencia empírica para la formación inicial de profesores de matemáticas en el uso de tecnología a partir del diseño de cursos, especialmente en el contexto colombiano, el cual es similar al de muchos países latinoamericanos. Esta evidencia contrasta con la implementación de las nuevas políticas estatales que eliminan los cursos de tecnología en la formación inicial de profesores, al respecto, se concluye que un solo curso es necesario pero no suficiente para formar en el uso de tecnología al enseñar.

La evidencia estadística de este estudio permite conjeturar que características como talleres, el diseño de clases, la producción de material audiovisual, el trabajo en grupo, fomentar la participación activa, analizar el trabajo de los demás futuros profesores, incorporar metas específicas, confrontar episodios prácticos, complejidad tecnológica progresiva y situaciones desafío, influyen la autoeficacia de los futuros profesores para usar tecnología al enseñar.

Este estudio descriptivo puede constituirse como la fase inicial de futuras investigación que se propongan analizar los demás programas acreditados en Colombia para formar futuros profesores de matemáticas. Al respecto, se proporciona una visión de la autoeficacia de los futuros profesores en el contexto local, los factores que influyeron en ella y que las características como el género, la edad o la experiencia profesional no la afectaron.

Para finalizar, la evidencia de este estudio sirvió para demostrar la naturaleza dinámica y evolutiva de las necesidades de formación de los futuros profesores para usar tecnología en el ejercicio profesional, las cuales reflejan las tendencias educativas globales y contemporáneas pero se articulan a un contexto específico.

## Referencias

- Abbitt, J. (2011). An investigation of the relationship between self-efficacy beliefs about technology integration and technological pedagogical content knowledge (TPACK) among preservice teachers. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 27(4), 134–143. doi: 10.1080/21532974.2011.10784670
- Abbitt, J., & Klett, M. (2007). Identifying influences on attitudes and self-efficacy beliefs towards technology integration among pre-service educators. *Electronic Journal for the integration of technology in Education*, 6, 28–42. Recuperado a partir de <http://ejite.isu.edu/volume6/abbitt.pdf>
- Agyei, D. D., & Voogt, J. (2011). ICT use in the teaching of mathematics: Implications for professional development of pre-service teachers in Ghana. *Education and Information Technologies*, 16(4), 423–439. doi: 10.1007/s10639-010-9141-9
- Al-Awidi, H. M., & Alghazo, I. M. (2012). The effect of student teaching experience on preservice elementary teachers' self-efficacy beliefs for technology integration in the UAE. *Educational Technology Research and Development*, 60(5), 923–941. doi: 10.1007/s11423-012-9239-4
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191–215. doi: 10.1037/0033-295X.84.2.191

Facultad de Educación

- Bandura, A. (1994). Self-Efficacy. *Encyclopedia of human behavior* (Vol. 4, pp. 71–81). San Diego: Academic Press.
- Bandura, A. (2006). Guide for constructing self-efficacy scales. En F. Pajares y Ti. Urdan (Eds.), *Self-efficacy beliefs of adolescents* (pp. 307–337). United States of America: Information Age Publishing.
- Bandura, A. (2012). On the Functional Properties of Perceived Self-Efficacy Revisited. *Journal of Management*, 38(1), 9–44. doi: 10.1177/0149206311410606
- Carmona-Mesa, J. A., & Villa-Ochoa, J. A. (2017). Necesidades de formación en futuros profesores para el uso de tecnologías. Resultados de un estudio documental. *Revista Paradigma*, 38(1), 169–185.
- Doukakis, S., Chionidou-Moskofoglou, M., Mangina-Phelan, E., & Roussos, P. (2010). Measuring technological and content knowledge of undergraduate primary teachers in mathematics. *Communications in Computer and Information Science*, 73, 405–410. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-642-13166-0\_57
- Drijvers, P., Ball, L., Barzel, B., Heid, M. K., Cao, Y., & Maschietto, M. (2016a). Uses of Technology in Lower Secondary Mathematics Education. Cham: Springer International Publishing. doi: 10.1007/978-3-319-33666-4
- Drijvers, P., Ball, L., Barzel, B., Heid, M. K., Cao, Y., & Maschietto, M. (2016b). Uses of Technology in Upper Secondary Mathematics Education. Cham: Springer International Publishing. doi: 10.1007/978-3-319-42611-2
- Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez De Contenido Y Juicio De Expertos: Una Aproximación a Su Utilización. *Avances en Medición*, 6, 27–36.
- Fong, S. F., Ch'ng, P. E., & Por, F. P. (2013). Development of ICT Competency Standard

Facultad de Educación

Using the Delphi Technique. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 103, 299–

314. doi: 10.1016/j.sbspro.2013.10.338

Hepp, P. K., Prats Fernández, M. Á., &Holgado García, J. (2015). Teacher training:  
technology helping to develop an innovative and reflective professional profile.

*International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 12(2), 30–43.

doi: 10.7238/rusc.v12i2.2458

Kay, R. H. (2006). Evaluating Strategies Used To Incorporate Technology Into Preservice

Education. *Journal of Research on Technology in Education*, 38(4), 385–410. doi:

10.1080/15391523.2006.10782466

Kiili, C. (2016). Measuring and Supporting Pre-Service Teachers ' Self-Efficacy Towards

Computers , Teaching , and Technology Integration. *Journal of Technology and*

*Teacher Education* 24(4), 443-469.

KilinÇ, M. (2011). A Perceptual Scale for Measurement and Evaluation of Prospective

Teachers Self-Efficacy in Education. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi*

*Dergisi*, 12(4), 81–93.

Lee, Y., & Lee, J. (2014). Enhancing pre-service teachers' self-efficacy beliefs for

technology integration through lesson planning practice. *Computers & Education*, 73,

121–128. doi: 10.1016/j.compedu.2014.01.001

Liljedahl, P., & Oesterle, S. (2014). Teacher Beliefs, Attitudes, and Self-Efficacy in

Mathematics Education. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education*

(pp. 583–585). Springer Reference. doi: 10.1007/ 978-94-007-4978-8

Mama, M., & Hennessy, S. (2013). Developing a typology of teacher beliefs and practices

concerning classroom use of ICT. *Computers & Education*, 68, 380–387. doi:



10.1016/j.compedu.2013.05.022

Martín del Pozo, M., Basilotta Gómez-Pablos, V., & García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A.

(2017). A quantitative approach to pre-service primary school teachers' attitudes towards collaborative learning with video games: previous experience with video games can make the difference. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14(1), 11. doi: 10.1186/s41239-017-0050-5

Milbrath, Y.-C., & Kinzie, M. (2000). Computer Technology Training for Prospective Teachers: Computer Attitudes and Perceived Self-Efficacy. *Journal of Technology and Teacher Education*, 8(4), 373–396.

Paraskeva, F., Bouta, H., & Papagianni, A. (2008). Individual characteristics and computer self-efficacy in secondary education teachers to integrate technology in educational practice. *Computers and Education*, 50(3), 1084–1091. doi: 10.1016/j.compedu.2006.10.006

Pepin, B., & Roesken-Winter, B. (2015). Preschool Teachers' Knowledge and Self-Efficacy Needed for Teaching Geometry: Are They Related? In B. Pepin & B. Roesken-Winter (Eds.), *From beliefs to dynamic affect systems in mathematics education* (pp. 319–337). Springer. doi: 10.1007/978-3-319-06808-4

Prieto, L. (2005). Las creencias de autoeficacia docente del profesorado universitario (Tesis doctoral). Universidad Pontificia Comillas de Madrid, Madrid, España. Retrieved from <http://www.uky.edu/~eushe2/Pajares/PrietoSintesis.pdf>

Robertson, M., & Al-Zahrani, A. (2012). Self-efficacy and ICT integration into initial teacher education in Saudi Arabia : Matching policy with practice Background context - global trends and regional differences. *Australasian Journal of Educational*





*Technology*, 28(7), 1136–1151.

- Siddiq, F., & Scherer, R. (2016). The relation between teachers' emphasis on the development of students' digital information and communication skills and computer self-efficacy: the moderating roles of age and gender. *Large-scale Assessments in Education*, 4(1), 17. doi: 10.1186/s40536-016-0032-4
- Shaughnessy, M. F. (2004). An interview with Anita Woolfolk: The educational psychology of teacher efficacy. *Educational Psychology Review*, 16(2), 153–176. doi: 10.1023/B:EDPR.0000026711.15152.1f
- Teo, T. (2009). Examining the relationship between student teachers' self-efficacy beliefs and their intended uses of technology for teaching: A structural equation modelling approach. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 8(4), 7–16.
- Tondeur, J., van Braak, J., Sang, G., Voogt, J., Fisser, P., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2012). Preparing pre-service teachers to integrate technology in education: A synthesis of qualitative evidence. *Computers & Education*, 59(1), 134–144. doi: 10.1016/j.compedu.2011.10.009
- Tschannen-Moran, M., & Woolfolk, A. (2001). Teacher efficacy: Capturing an elusive construct. *Teaching and Teacher Education*, 17(7), 783–805. doi: 10.1016/S0742-051X(01)00036-1
- Usher, E. L., & Pajares, F. (2008). Sources of Self-Efficacy in School: Critical Review of the Literature and Future Directions. *Review of Educational Research*, 78(4), 751–796. doi: 10.3102/0034654308321456
- Wang, L., Ertmer, A., & Newby, J. (2004). Increasing preservice teachers' self-efficacy beliefs for technology integration. *Journal of Research on Technology in Education*,



36(3), 231–250.

Yang, H. H., & Wu, D. (2013). Improving self-efficacy for electronic portfolio development. En K. L. F. Cheung S.K.S., Fong J., Fong W., Wang F.L. (Ed.), *Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 8038, pp. 167–177). Springer, Berlin, Heidelberg.  
doi: 10.1007/978-3-642-39750-9\_16



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

### **Capítulo 5: Discusión y conclusiones globales**

A continuación se presentan los resultados más significativos de los tres objetivos específicos que se analizaron en los capítulos 2, 3 y 4. Luego se argumentará cómo atendieron al objetivo general propuesto, a saber: analizar contribuciones del Seminario de Especialización II para la formación inicial de profesores en el uso de tecnología para enseñar matemáticas.

En el primer objetivo específico se planteó Identificar necesidades de formación para el uso de tecnología que deben ser atendidas en los programas de formación inicial de profesores y se estudió en el capítulo 2. En ese capítulo se logró un diseño global de las necesidades de formación para el uso de tecnología en los futuros profesores, desarrollado a partir de la revisión de la literatura. El diseño global propuesto sugirió incluir en los programas de futuros profesores apuestas curriculares que atiendan la formación para el uso de tecnología con propuestas transversales vinculadas con cursos específicos.

En el diseño de cursos específicos, como es el caso del “Seminario de Especialización II”, se recomendó considerar las estrategias sistematizadas y las necesidades de formación para el uso de tecnología que se adjetivaron: experiencial, funcional, actitudinal, ética, crítica y pragmática.

Además, se evidenció la pertinencia de identificar las características que debe tener un espacio de formación que promueva una identificación y atención de las necesidades de los futuros profesores en el uso tecnología; analizar el movimiento entre dichas necesidades; describir las transformaciones que generó el “Seminario de Especialización II”

en ellos; y analizar las implicaciones de tales transformaciones para la proyección en su ejercicio profesional.

Los análisis del capítulo 3 permitieron describir las características que debe tener un espacio de formación, que permita reconocer y atender las necesidades de formación en el uso tecnología de los futuros profesores de la Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Matemáticas. Entre las características identificadas como significativas en el diseño del “Seminario de Especialización II” se tuvo: una metodología teórico-práctica, el trabajo colaborativo, el uso de talleres, la propuesta evaluativa y los contenidos no centrados en aspectos técnicos de la tecnología. Se observó, como consecuencia de dichas características, un aumento en la participación y la motivación para usar tecnología, conciencia para trascender sus usos habituales y criterios para proyectarlos en el ejercicio profesional dentro del contexto colombiano.

Las conclusiones del capítulo 3 permitieron reconocer y evidenciar cómo el diseño del “Seminario de Especialización II” atendió necesidades de formación en el uso tecnología para enseñar matemáticas, de forma especial, en relación con aspectos de carácter pedagógico, didáctico y disciplinar. Además, se evidenció que los usos de tecnología que hacen los futuros profesores para resolver problemas matemáticos no implican un uso efectivo al enseñar matemáticas. En este sentido, es necesario ampliar experiencias que permitan trascender las reflexiones personales a desarrollos curriculares en los cuales sientan confianza para usar tecnología.

El término “sentir confianza” es reportado en la literatura como las creencias de capacidad que los futuros profesores creen tener para usar tecnología al enseñar

matemáticas y se denominan como autoeficacia. La autoeficacia se constituyó como una necesidad de formación transversal a las informadas en el diseño global del capítulo 2 y se reportó en la literatura como un fuerte predictor de los posibles usos de tecnología que harían los futuros profesores en el ejercicio profesional.

Los resultados del tercer objetivo específico permitieron, en el capítulo 4, describir la autoeficacia de profesores en formación inicial en el uso de tecnología para enseñar matemáticas, a partir de las transformaciones generadas en un curso específico. Se obtuvo evidencia estadística para concluir que la autoeficacia de los futuros profesores es más fuerte en el uso de tecnología para resolver problemas matemáticos que para enseñar matemáticas.

El análisis de correlación permitió informar que el movimiento entre las necesidades de formación no se puede considerar de forma jerárquica, se sugirió pensar dicha relación en forma dinámica. Además, se informó que la necesidad de formación experiencial con la pragmática tiene una correlación muy alta, lo que permitió ratificar lo informado en el capítulo 2, donde el tipo de experiencias que viven los futuros profesores afecta el uso de tecnología en el ejercicio profesional de forma significativa.

Al analizar los datos demográficos registrados en el capítulo 4, se logró informar que el diseño del “Seminario de Especialización II” transformó las creencias de capacidad de los futuros profesores, sin importar las experiencias previas en el uso de tecnología y en el ejercicio profesional. Además, se reportó que el cuestionario “Preparación en el uso de tecnología para enseñar matemáticas” registró dichas transformaciones de forma eficiente.

**Facultad de Educación**

Entre las contribuciones del Seminario de Especialización II a la formación inicial de profesores en el uso de tecnología para enseñar matemáticas, se resalta el diseño curricular, las reflexiones y la evidencia empírica para el diseño de cursos específicos. Además, se logra concluir, a partir de dos lentes teóricas y metodológicas, que los usos de tecnología para resolver problemas matemáticas no implican un uso efectivo de la misma para enseñar matemáticas.

Las diferencias entre los usos de tecnología sugieren considerar una formación de profesores en cursos específicos que se vincule a las futuras actuaciones prácticas y que se distancie de una simple formación técnica. Además, es necesario analizar cómo los diferentes espacios de formación son vinculados con propuestas transversales en la malla curricular de los programas. Por lo tanto, es pertinente ampliar el análisis en futuras investigaciones que permitan, en una propuesta transversal y apoyada en cursos específicos, trascender de usos personales a usos educativos de la tecnología.

La necesidad de ampliar los análisis en futuros estudios motivó la consolidación de un segundo proyecto de innovación didáctica con acta 22040001-02-17 que se tituló “Pensamiento Computacional en la formación inicial de profesores de matemáticas”. En dicho proyecto se propuso identificar otras estrategias y necesidades de formación para el uso de tecnología en futuros profesores de matemáticas, contextualizadas en las demandas educativas emergentes con la inclusión de nuevas tecnologías en el contexto escolar.

Los procesos investigativos que se presentan hasta el momento consolidaron, dentro del MATHEMA-FIEM y vinculada con otros grupos, una línea de investigación que sugirió otros lugares y formas de comprender las transformaciones curriculares dentro de los



programas de formación de futuros profesores. En consecuencia, las transformaciones curriculares no solo deben atender a orientaciones gubernamentales y condiciones administrativas, se deben considerar las necesidades que los futuros profesores evidencian en su proceso de formación. Pero para identificar dichas necesidades se requieren formadores de profesores críticos de su labor y sensibles a las reacciones de los futuros profesores.

Vale la pena declarar que no todas las necesidades adjetivadas en el capítulo 2 pudieron ser evidenciadas en los resultados de los demás capítulos; incluso, en el capítulo 3 emerge una necesidad de formar los futuros profesores para realizar procesos evaluativos con y a través del uso de tecnología. En este sentido, futuras investigaciones deben atender a los matices que proponen los diferentes contextos en el marco de esta propuesta de formación.

Además, en el presente estudio se halló una falta de articulación entre la formación y la práctica. Por lo tanto se plantea que en futuras investigaciones se considere la configuración de espacios que articulen las matemáticas, la didáctica, la pedagogía y el uso de tecnología en experiencias previas a la titulación de los futuros profesores en las instituciones educativas.