

# UNA EXPERIENCIA DE PRÁCTICA PROFESIONAL VIRTUAL BASADA EN EL TPACK DE FUTUROS PROFESORES DE MATEMÁTICA

## A VIRTUAL PROFESSIONAL PRACTICE EXPERIENCE BASED ON THE *TPACK* FOR MATHEMATICS PROSPECTIVE TEACHERS

Luis Fabián Gutiérrez-Fallas  
Universidad de Costa Rica. (Costa Rica)  
luisfabian.gutierrez@ucr.ac.cr

### Resumen:

En el contexto de la virtualidad de la educación tras la pandemia de la COVID-19, desde un curso de formación inicial de profesores de Matemática, en este artículo se presenta una experiencia de práctica profesional virtual sustentada en el modelo TPACK (*TPACK-based experience*). Esta propuesta tiene el propósito de orientar a los futuros profesores de Matemática en la integración de la tecnología para planificar, implementar y reflexionar sobre la enseñanza y el aprendizaje de las Funciones en un contexto virtual. Los resultados evidenciaron que estrategias como la microclase, producción de materiales didácticos y espacios de reflexión individual y colectiva permitieron potencializar el desempeño profesional docente.

**Palabras clave:** formación inicial de profesores de Matemática, TPACK, Enseñanza y aprendizaje virtual de la Matemática

### Abstract:

In the context of education virtuality, after the COVID-19 pandemic, from an initial training course for Mathematics teachers, this article presents an experience of virtual professional practice based on the TPACK model (*TPACK-based experience*). This proposal is aimed at guiding prospective mathematics teachers in the integration of technology to plan, implement and reflect on the teaching and learning of Functions in a virtual context. The results showed that strategies such as the micro-class, production of teaching materials and spaces for individual and collective reflection allowed teachers to enhance their professional performance.

**Keywords:** initial training of Mathematics teachers, TPACK, Teaching and virtual learning of Mathematics

## ■ Introducción

Los años 2020 y 2021 marcaron nuestra historia como humanidad. La pandemia de la COVID-19 marcó un antes y un después en todas las aristas de la sociedad, entre ellas: la Educación y sus diversos contextos de acción como, por ejemplo: sistemas educativos, instituciones educativas, formación de profesores, práctica profesional, entre otros. En Costa Rica, al igual que en otros países latinoamericanos, tuvo lugar la “*virtualización de la educación*” como respuesta al nuevo orden social que dictó la pandemia. Desde la educación primaria hasta la educación superior, los procesos de enseñanza y de aprendizaje fueron trasladados de las aulas a un contexto 100% virtual. Si bien, por un lado, surgieron distintas cuestiones, dificultades y limitaciones asociadas con la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática, por otro lado, tuvieron también lugar propuestas eficientes e innovadoras para enfrentar esas problemáticas emergentes tras la pandemia.

A lo largo de las dos últimas décadas, la tecnología ha venido jugando un papel fundamental en la enseñanza de la Matemática en la creación de entornos de aprendizaje que “integran el uso de herramientas tecnológicas como recursos esenciales para ayudar a los estudiantes a aprender y dar sentido a las ideas matemáticas, razonar matemáticamente y comunicar su pensamiento matemático” (NCTM, 2014, p.78). Así, la existencia, versatilidad y potencia de la tecnología propician una reestructuración de qué y cómo las personas estudiantes deben aprender matemáticas, teniendo en cuenta sus preferencias y nuevas formas de aprendizaje; al respecto, Niess y Gillow-Wiles (2017) argumentan que el avance en las tecnologías a equipado a los estudiantes de nuevas formas de acceder a la información y compartir esa información entre sus pares:

Los estudiantes de hoy se han acostumbrado a recopilar información rápidamente, utilizando tecnologías más avanzadas para lograr más de lo que podían en el siglo anterior [...] Usan gráficos junto con texto en sus comunicaciones, funcionan mejor cuando están en red y, a menudo, realizan múltiples tareas (Niess & Gillow-Wiles, 2017, p.77).

En medio de este contexto, resulta pertinente preguntarnos: *¿cómo se integra y se desarrolla el conocimiento tecnológico en la formación inicial de profesores de Matemática?* Al respecto, Niess (2012a) afirma que los futuros profesores comúnmente aprenden sobre pedagogía y tecnología de una manera más genérica, ajena al desarrollo de sus conocimientos matemáticos específicos y didácticos de ese contenido, por lo que esto conlleva a que, cuando estos futuros profesionales estén en servicio, a menudo se consideren mal preparados para utilizar la tecnología en su práctica docente. Al respecto, Ponte (2014) afirma que

Comprender el potencial de las tecnologías que se pueden movilizar a contextos formativos e identificar formas de utilizarlas productivamente en la formación inicial y continua, tanto con docentes que ya utilizan estas tecnologías con gran destreza, como con docentes que mantienen una incipiente relación con ellas, constituyen importantes aspectos de una agenda de investigación actual en este campo (p. 354).

De modo que, los programas de formación inicial de profesores de Matemática deben incrementar el nivel de integración de la tecnología en sus cursos (Mishra & Koehler, 2006; Niess, 2012a), asegurando que todos los profesores de Matemáticas que están en formación tengan oportunidades de adquirir los conocimientos suficientes y las experiencias necesarias para integrar la tecnología en el contexto de la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas. (AMTE, 2017).

Por lo tanto, este artículo tiene el propósito de presentar una experiencia de práctica profesional virtual de futuros profesores de Matemática de secundaria fundamentada en el modelo de conocimiento profesional TPACK – *Technological Pedagogical Content Knowledge* (Mishra & Koehler, 2006) como respuesta a la pregunta: *¿cómo promover la práctica profesional de futuros profesores de Matemática en un contexto de enseñanza virtual desde un proceso de formación también virtual?*

### ***Práctica profesional docente en la formación inicial de profesores de Matemática***

Según Flores (1998), la formación inicial de profesores de Matemática es un proceso que resulta de un sistema didáctico y dinámico conformado por tres elementos activos: el conocimiento profesional del profesor, el profesor

en formación (como estudiante de este sistema) y el formador de profesores de Matemática. Dentro de este sistema, Liljedahl et al. (2009) argumentan que la formación inicial ofrece a los futuros profesores no solo el qué (conocimiento profesional), sino también el cómo (formas de presentar ese conocimiento por parte del formador), esto es, “lo que ellos [los futuros profesores] están aprendiendo es igualmente relevante con el cómo lo están aprendiendo” (Liljedahl et al., 2009, p. 29). Desde esta perspectiva, los profesores en formación como aprendices tienen un doble rol durante su formación inicial: como estudiantes y como docentes. Como estudiantes, tienen la oportunidad de adquirir los conocimientos que necesitarán para enseñar y, como docentes, a partir de sus experiencias formativas, tienen la oportunidad de reflexionar y reformular sus concepciones sobre lo que significa ser docente, lo que significa aprender y enseñar contenido específico. Así, “a través de este proceso dinámico de reformulación, ellos [los futuros profesores] comienzan a formar una identidad de quiénes son como docentes, qué es lo que enseñan y cómo lo enseñan” (Liljedahl et al., 2009, p. 29).

Sobre el formador de profesores, como tercer elemento de este sistema, Contreras (2021) argumenta que este profesional debe dominar simultáneamente el contenido matemático y el contenido didáctico-matemático con dos miradas, una más directa puesta en la persona estudiante que forma (futuro profesor) y otra indirecta puesta en la persona estudiante a quien enseñará ese futuro profesor.

En este contexto, enseñar a enseñar matemáticas podría verse como un isomorfismo didáctico mediante el cual el formador aborda el reaprendizaje de sus futuros profesores ayudándoles a reflexionar no solo sobre el contenido que aprenden sino más bien sobre el proceso que utilizan para ello, de forma que puedan luego transferir ese proceso en el trabajo con sus estudiantes (Contreras, 2021, p. 19).

De acuerdo con la revisión de literatura (Gutiérrez-Fallas, 2019), existen cuatro aspectos principales a considerar que influyen en la formación inicial del profesorado: (i) el conocimiento profesional que los futuros profesores desarrollan en su programa de formación; (ii) los procesos de reflexión sobre su futura práctica profesional y las diferentes tareas que desempeñan; (iii) las concepciones y creencias que los futuros profesores tienen sobre la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática; y (iv) el contexto de su futura práctica profesional (Flores, 1998, Liljedahl et al., 2009; Ponte & Chapman, 2008).

En cuanto al desarrollo del conocimiento profesional durante el curso de formación, varios aspectos han sido objeto de investigación, como la naturaleza de este conocimiento, su estructura, dominios o contenidos que lo componen, así como los modelos para desarrollarlo. Una prioridad de los programas de formación inicial de profesores de Matemática es la necesaria articulación entre los diferentes dominios del conocimiento profesional docente a través de tareas encaminadas a integrar y transformar este conocimiento de manera coherente y sistemática (Linares, 2007).

En cuanto a los procesos de reflexión, varios autores han definido la acción de reflexionar en y desde la educación. Por ejemplo, para Dewey (1933) esta acción es una mejor forma de pensar, pero para Oliveira y Serrazina (2002) es un proceso que va mucho más allá de pensar o comentar algo. Particularmente en la formación inicial del profesorado, la reflexión permite acercar la práctica profesional a los futuros profesores, respondiendo así al carácter teórico-práctico de sus conocimientos profesionales en desarrollo. En esta perspectiva, Jackson et al. (2018) definen cuatro aspectos a ser considerados en los programas de formación inicial docente para promover procesos de reflexión: (i) oportunidades planificadas que buscan incentivar la reflexión; (ii) una reflexión estructurada y extensa a lo largo de la experiencia formativa; (iii) reflexión crítica sobre las prácticas educativas actuales y su propia enseñanza; y (iv) discusiones reflexivas en las actividades de aprendizaje.

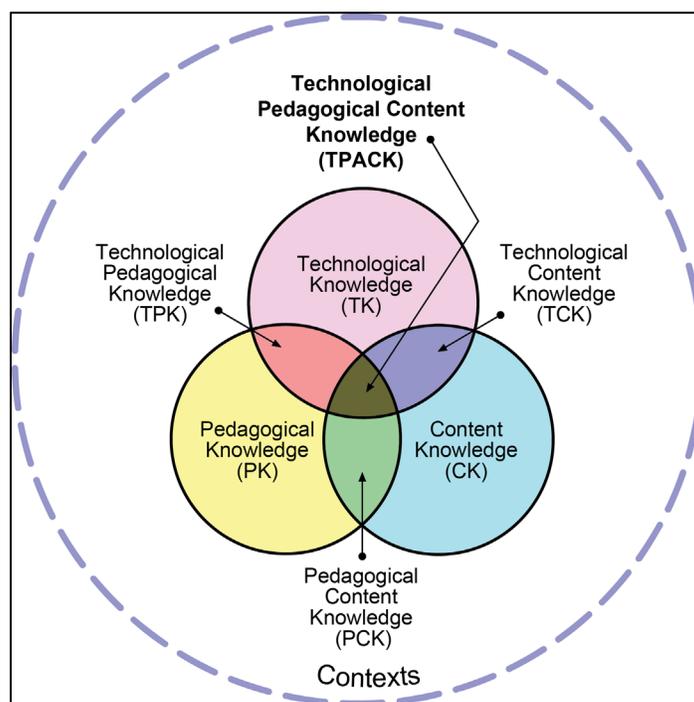
Las concepciones y creencias que tienen los futuros profesores son un factor, a menudo decisivo, que influye en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Algunos autores consideran que las concepciones de un profesor se refieren a los significados, conceptos, proposiciones, reglas e imágenes que componen su estructura mental (Thompson, 1992), por lo que son de naturaleza cognitiva y forman parte de su conocimiento. En concreto, “las concepciones son elementos esencialmente cognitivos, que se forman como resultado de procesos simultáneamente individuales y sociales, resultantes de la interacción de cada individuo con la realidad en la que se insertan” (Santos et al., 2008, p. 35).

Finalmente, el contexto de su futura práctica profesional es un factor que influye en la formación inicial del profesorado, ya que se posiciona como contexto de profesionalización, “en la formación del profesorado no basta pensar en lo que se debe enseñar, también es necesario considerar cómo enseñar” (Serrazina, 2012, pp. 267-268). Así, la formación inicial debe “brindar a las futuras personas docentes oportunidades que les permitan comprender, apreciar y abrazar la complejidad de su práctica como base para el estudio continuo” (Ponte & Chapman, 2008, p. 256).

**Principios de integración de la tecnología en la formación inicial de profesionales en Educación Matemática**

A la luz del modelo PCK – *Pedagogical Content Knowledge* de Shulman (1986), Mishra y Koehler (2006) discuten los conocimientos tecnológicos que un profesor debe desarrollar y utilizar en su práctica profesional. Así, con la intención de definir un modelo de conocimiento profesional docente, que responda a las demandas de este siglo, estos autores proponen un constructo teórico en el que se articulan tres dominios de conocimiento: conocimiento del contenido, conocimiento pedagógico y conocimiento tecnológico. Esta articulación consiste en la integración simultánea y relacional de estos tres conocimientos, lo que da lugar a siete tipos de conocimiento: conocimiento del contenido, conocimiento pedagógico, conocimiento tecnológico, conocimiento pedagógico del contenido, conocimiento tecno-pedagógico, conocimiento tecnológico del contenido y el conocimiento tecno-pedagógico del contenido (*Technological Pedagogical Content Knowledge - TPACK*).

**Figura 1.** *Technological Pedagogical Content Knowledge Model.*



Fuente: tomado de Mishra & Koehler (2006).

Este modelo, según Niess (2012b), consiste en una estructura dinámica que describe los conocimientos que los futuros profesores de Matemática necesitan adquirir y desarrollar para planificar, desarrollar el currículo que tiene como objetivo orientar y promover, en las personas estudiantes, el aprendizaje con tecnología.

En este sentido, dentro de las concepciones teóricas del modelo TPACK, la sola presencia de recursos tecnológicos en el aula, ya sea ésta un aula física o un aula virtual, no garantiza la integración efectiva de la tecnología en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la Matemática. Ante esto, Gutiérrez-Fallas y Henriques (2021) presentan siete principios de diseño que orientan las estrategias metodológicas para integrar la tecnología en la formación inicial de profesores de Matemática. Estos siete principios son definidos por los autores como:

- P1.** Organizar secuencialmente las tareas en una trayectoria de formación y aprendizaje de tres etapas: experiencias iniciales, experiencias de formación-aprendizaje y experiencias de producción.
- P2.** Utilizar tareas abiertas contextualizadas en situaciones reales o ficticias de práctica docente profesional que impliquen el uso de tecnología por parte del profesor y del estudiante.
- P3.** Problematizar situaciones de enseñanza y aprendizaje en Matemáticas cuando la tecnología se integra en el aula.
- P4.** Promover la articulación entre el conocimiento tecnológico y las concepciones de los futuros profesores sobre la integración de la tecnología en la Educación Matemática.
- P5.** Promover y fortalecer el vínculo entre el conocimiento tecnológico y el conocimiento didáctico de la Matemática.
- P6.** Promover el uso de diferentes herramientas y recursos tecnológicos durante la resolución de tareas que permitan consolidar el desarrollo del conocimiento tecnológico de los futuros profesores de Matemática.
- P7.** Promover la creación y difusión de espacios dedicados a la reflexión y al intercambio de conocimientos dentro y fuera del aula, utilizando recursos tecnológicos.

## ■ Metodología

El estudio del cual se deriva este artículo sigue una naturaleza cualitativa e interpretativa (Coutinho, 2011) y se desarrolló en el marco de un curso de tercer año de una carrera de formación de profesores de Matemática de una universidad de Costa Rica en el que participaron 11 futuros profesores. Dado que los participantes de este estudio a su vez eran estudiantes del curso, su participación fue voluntaria y para salvaguardar su identidad en este texto serán referidos como futuros profesores.

Bajo las demandas de la pandemia de la COVID-19 el curso se llevó a cabo en forma virtual a través de clases virtuales sincrónicas dos veces por semana y participación asincrónica en un entorno virtual. Parte de los objetivos del curso fue desarrollar una experiencia de práctica profesional en contexto virtual para la enseñanza y el aprendizaje de contenidos matemáticos asociados al tema de Funciones reales de variable real dirigido a estudiantes de educación secundaria.

Los datos analizados fueron recolectados a través de los planeamientos de clases, las videograbaciones de las microclases, las videograbaciones de las sesiones del curso dedicadas a la discusión colectiva sobre la experiencia de práctica profesional virtual, las reflexiones escritas de los futuros profesores sobre su experiencia y las observaciones de las clases por parte del formador y autor de este artículo.

El análisis de los datos se desarrolló descriptiva e interpretativamente, tomando como referencia la movilización de los siete principios de diseño para la integración de la tecnología en la formación inicial de profesores de Matemática (Gutiérrez-Fallas & Henriques, 2021) a fin de valorar la experiencia de práctica profesional propuesta, sus contribuciones y sus limitaciones en la formación de los futuros profesores de Matemática.

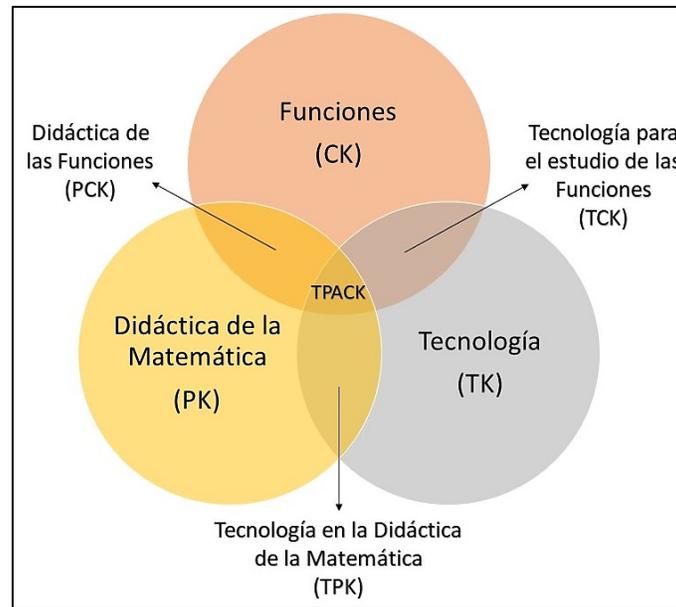
### ***La experiencia de práctica profesional virtual basada en el TPACK***

La experiencia de práctica profesional virtual desarrollada en este estudio contempla dos dimensiones: (i) *la dimensión teórico-formativa*, que consiste en la movilización y articulación del conocimiento profesional desde el

curso de formación adaptado del modelo TPACK (Mishra & Koehler, 2006); y (ii) *la dimensión práctica*, organizada en etapas que promueven la movilización de los principios orientadores de la integración de la tecnología en la formación de futuros profesores de Matemática (Gutiérrez-Fallas & Henriques, 2021).

Con respecto a la dimensión teórico-formativa, para este estudio se adapta una versión del modelo TPACK (Mishra & Koehler, 2006) con el propósito de definir el *Conocimiento Tecnológico y Didáctico de las Funciones* (Figura 2).

**Figura 2.** Adaptación del modelo TPACK: Conocimiento Tecnológico y Didáctico de las Funciones.



Fuente: elaboración propia.

Esta adaptación sustenta el conocimiento profesional de los futuros profesores que respalda su experiencia de práctica profesional virtual para la enseñanza y el aprendizaje de las Funciones, en particular, en el contexto del curso de formación se promovió:

- (PCK) *Conocimiento de Didáctica de las Funciones*: encuadramiento curricular del tema de Funciones en el programa de matemática escolar de educación secundaria, elementos didácticos para el abordaje del tema de funciones asociados con: resolución de problemas, modelación matemática, fenomenología, historia y epistemología, tareas matemáticas, errores y dificultades.
- (TCK) *Conocimiento de Tecnología para el estudio de las Funciones*: exploración de herramientas tecnológicas para abordar conceptos y sus representaciones, en particular el uso de GeoGebra.
- (TPK) *Conocimiento de Tecnología en la Didáctica de la Matemática*: exploración de herramientas tecnológicas para el diseño de materiales didácticos y la mediación pedagógica en clases virtuales, como el uso de editores de presentaciones dinámicas (PowerPoint, Genially, Canva.com), así como herramientas de interacción virtual con los estudiantes (Padlet.com, Quizizz.com).

En cuanto a la dimensión práctica, el estudio propuso el desarrollo de cinco etapas para llevar a cabo la experiencia de práctica profesional virtual:

- i. diseño y planificación de dos sesiones virtuales de 90 minutos cada una,
- ii. implementación de una microclase (*microteaching*) con el propósito de poner en acción el escenario de aprendizaje planificado frente a sus colegas futuros profesores y el docente formador del curso,

- iii. análisis reflexivo de la videograbación de la microclase por parte de los futuros profesores con el propósito de valorar su propio desempeño docente, el uso de las herramientas tecnológicas y, de ser necesario, reformular las actividades planeadas y desarrolladas en la microclase,
- iv. implementación de las dos sesiones virtuales a un grupo de estudiantes de secundaria,
- v. análisis reflexivo de las sesiones en cuanto a rol docente, dinámica e interacción con los estudiantes, promoción del aprendizaje y uso de la tecnología.

## ■ Principales resultados

Los resultados aquí presentados se organizan tomando como referencia los siete principios orientadores para la integración de la tecnología en la formación inicial de profesores de Matemática (Gutiérrez-Fallas & Henriques, 2021).

---

### **P1. Organizar secuencialmente las tareas en una trayectoria de formación y aprendizaje de tres etapas: experiencias iniciales, experiencias de formación-aprendizaje y experiencias de producción.**

---

La experiencia de práctica profesional desarrollada formó parte de las actividades del curso de tercer año de la carrera de formación de profesores de Matemática, por tanto, se definió una trayectoria de formación y aprendizaje que contempló tres etapas:

- i. *Experiencias iniciales:* en esta primera etapa se promovió el acercamiento a la Didáctica de las Funciones desde los resultados de otras investigaciones y estudios empíricos. Se condujo a los futuros profesores a la exploración de tareas matemáticas desde la fenomenología didáctica, la historia, así como la integración de herramientas tecnológicas para resolver las tareas.
- ii. *Experiencias de formación y aprendizaje:* esta etapa consistió en actividades que tenían el propósito de institucionalizar teoría didáctico-matemática relacionada con la enseñanza y el aprendizaje de las funciones, abordando elementos como: la organización curricular del tema, la estructura conceptual y procedimental del tema, tareas matemáticas, errores y dificultades de aprendizaje, entre otros.
- iii. *Experiencias de producción:* consistió en el planeamiento de clase que los futuros profesores elaboraron para desarrollar dos sesiones virtuales de 90 minutos cada una dirigida a estudiantes de secundaria, el diseño de materiales didácticos apoyados en recursos tecnológicos, la implementación de una microclase y la implementación de las dos sesiones a un grupo de estudiantes de secundaria.

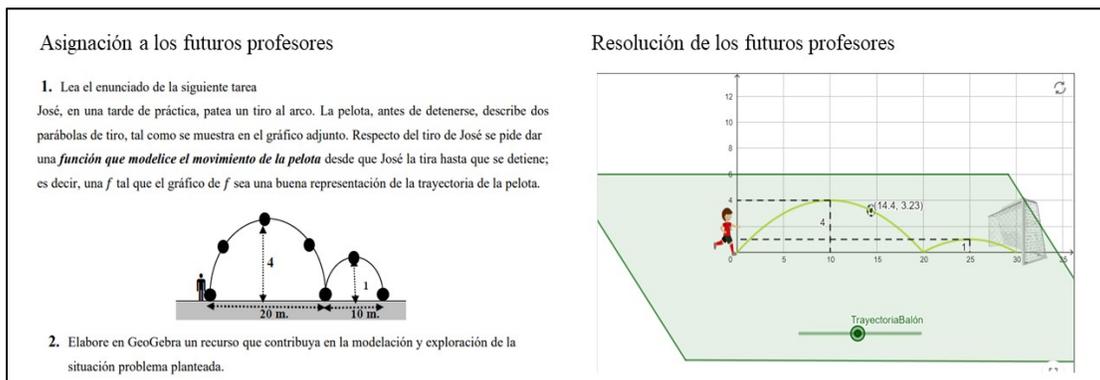
---

### **P2. Utilizar tareas abiertas contextualizadas en situaciones reales o ficticias de práctica profesional docente que impliquen el uso de tecnología por parte del profesor y del estudiante.**

---

Las tareas abiertas se refieren a tareas que admiten distintas posibilidades de respuestas válidas, estas tareas fueron dirigidas a los futuros profesores y contextualizadas en situaciones posibles que se pueden enfrentar en la práctica docente y, que además, implicaran la integración de la tecnología. En la Figura 3 se presenta un ejemplo de este tipo de tarea, en la cual se presentó a los futuros profesores un enunciado sobre una tarea relacionada con la Función Cuadrática, y se les solicitó diseñar un recurso de GeoGebra que permitiera la exploración dinámica de la situación por parte de los estudiantes. La resolución de esta actividad evidenció que los futuros profesores utilizaron de forma técnica las herramientas de este software, además, integraron recursos visuales que llaman la atención del estudiante y lo invitan a comprender mejor la situación que se plantea en la tarea matemática. Este resultado también evidencia la movilización del *Conocimiento de Tecnología para el estudio de las Funciones*.

Figura 3. Ejemplo de resolución de tarea abierta contextualizada por parte del futuro profesor.



Fuente: elaboración propia.

### P3. Problematizar situaciones de enseñanza y aprendizaje en Matemáticas cuando la tecnología se integra en el aula.

En particular, este principio se movilizó durante el desarrollo de la microclase, pues se buscó problematizar lo que sucedería en un contexto de enseñanza y aprendizaje cuando se integran herramientas tecnológicas en una sesión virtual. Una de las parejas de futuros profesores desarrolló la microclase sobre el tema de Función Exponencial, en un momento de la sesión utilizaron GeoGebra para explorar el comportamiento de puntos sobre el plano cartesiano, sin embargo, al reflexionar sobre la implementación de la microclase decidieron alterar la actividad y no utilizar la herramienta tecnológica para este momento de la clase (Figura 4); lo que evidencia la toma de decisiones didácticas fundamentadas en los problemas que pueden enfrentar en posibles escenarios con estudiantes.

Figura 4. Extracto de reflexión sobre las problemáticas de integrar tecnología.

En la actividad de graficación de algunos puntos en la función que modelaba la situación del Suanfonzon, se adjuntó previamente la imagen de la tabla en el archivo de GeoGebra. Esto complicó la visualización de la imagen, pues, al acercar, se acercaba la imagen hasta tapar los puntos y, al alejar, la imagen quedaba demasiado pequeña. Además, los puntos que se debían ubicar en el plano iban desde el (0,5) hasta el (4,405) y la lejanía entre los puntos no permitía visualizar el comportamiento exponencial que se pretendía mostrar. Ante estas complicaciones, se optó, al final de la microteaching, por hacer esa representación gráfica (solamente esa) a mano alzada en un plano con la escala modificada, y en la misma presentación que se estaba utilizando en la clase; es decir, sin usar GeoGebra. Además, se consideraron solo los puntos (0,5), (1,15) y (2,35) para la graficación:

Fuente: elaboración propia.

### P4. Promover la articulación entre el conocimiento tecnológico y las concepciones de los futuros profesores sobre la integración de la tecnología en la Educación Matemática.

Los espacios de reflexión escrita y discusión colectiva permitieron indagar sobre las concepciones de los futuros profesores en cuanto a la integración de la tecnología en la Educación Matemática. En estos espacios se evidenció que los futuros profesores tenían concepciones bien definidas y relevantes sobre el uso de herramientas tecnológicas en la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática, argumentando que permiten potencializar el pensamiento matemático, promover actitudes positivas y darle protagonismo al estudiante (Figura 5).

Figura 5. Extracto de reflexión sobre la integración de la tecnología en la Educación Matemática.

Las TICs han venido a catalizar los procesos de enseñanza-aprendizaje, por lo que se deben concebir como un aliado para desarrollar el pensamiento matemático y potenciar actitudes positivas en torno a la Matemática. En este sentido, es importante que no solo el docente conozca cómo manipularlas e incorporarlas, sino que el estudiante comprenda cómo utilizarlas en pro de su aprendizaje, siendo él el protagonista de dicho proceso.

Fuente: elaboración propia.

**P5. Promover y fortalecer el vínculo entre el conocimiento tecnológico y el conocimiento didáctico de la Matemática.**

La experiencia de práctica profesional docente se promovió en un contexto de enseñanza y aprendizaje virtual, por lo que se les solicitó a los futuros profesores diseñar tareas matemáticas apoyadas en recursos tecnológicos. Dada la naturaleza de los contenidos asociados al tema de Funciones, los futuros profesores optaron por utilizar GeoGebra. El conocimiento didáctico de la Matemática fue movilizado en el diseño de las tareas, la formulación de enunciados y preguntas apropiadas. Mientras que el conocimiento tecnológico fue movilizado en el uso técnico de la herramienta en coherencia con los propósitos didácticos deseados. En la Figura 6 se presenta un ejemplo de diseño de tarea matemática digital para la exploración de la Función Cuadrática diseñada en *geogebra.org*. Este resultado también evidencia la movilización del *Conocimiento de Tecnología para el estudio de las Funciones* en articulación con el *Conocimiento de Tecnología en la Didáctica de la Matemática*.

Figura 6. Tarea Matemática digital para la exploración de la Función Cuadrática.

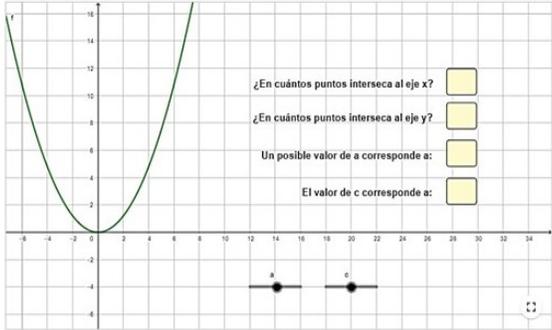
Actividad 3

A continuación se le presenta una representación gráfica de una función cuadrática, junto con deslizadores para los parámetros  $a$  y  $c$ . Responda, en los casillos de texto, lo que se le solicita. Su respuesta debe ser dada con los respectivos números, no utilizando palabras, por ejemplo:

Cinco  
✗

5  
✔

Actividad 3: Explorando los parámetros de la función cuadrática



¿En cuántos puntos interseca al eje x?

¿En cuántos puntos interseca al eje y?

Un posible valor de  $a$  corresponde a:

El valor de  $c$  corresponde a:

Fuente: elaboración propia.

**P6. Promover el uso de diferentes herramientas y recursos tecnológicos durante la resolución de tareas que permitan consolidar el desarrollo del conocimiento tecnológico de los futuros profesores de Matemática.**

La experiencia profesional docente también promovió el uso de diferentes herramientas tecnológicas con el propósito de consolidar el conocimiento tecnológico de los futuros profesores de Matemática. Por ejemplo, se promovió el uso de plataformas de diseño de páginas web para la creación de ambientes virtuales de aprendizaje (Wix.com), en articulación con herramientas para la creación de presentaciones interactivas con los usuarios y en articulación con el GeoGebra para la exploración de los contenidos matemáticos abordados. En la Figura 7 se muestra un ejemplo de la articulación de diferentes herramientas tecnológicas utilizadas en un ambiente virtual de aprendizaje diseñado por una pareja de futuros profesores de Matemática para el estudio de la Función Lineal.

Figura 7. Ejemplo de ambiente virtual de aprendizaje para el estudio de la Función Lineal.



Fuente: elaboración propia.

**P7. Promover la creación y difusión de espacios dedicados a la reflexión y al intercambio de conocimientos dentro y fuera del aula, utilizando recursos tecnológicos.**

Los espacios de reflexión fueron protagonistas en distintos momentos de la experiencia de práctica profesional. Por ejemplo, luego de la microclase, una pareja de futuros profesores reflexionó acerca de esa implementación y los aportes que recibieron de sus colegas y del formador, destacando el aprendizaje significativo de esta dinámica dentro de su práctica profesional. Otro momento de reflexión tuvo lugar al final de la experiencia de práctica profesional y la implementación de las sesiones virtuales con estudiantes de secundaria. Al respecto, una pareja de futuros profesores señala que la experiencia fue significativa en cuanto a elementos de gestión de clase, interacción con los estudiantes y promoción de su aprendizaje (Figura 8).

Figura 8. Extracto de reflexión sobre la implementación de sesiones virtuales.

Por lo tanto, se considera que una de las principales contribuciones es la experiencia obtenida en la impartición de lecciones de manera virtual, en donde elementos como la forma de presentar al estudiante la información, la manera de constatar que se están comprendiendo los conceptos matemáticos, la comunicación docente - estudiante, entre otros factores son elementos en los cuales, en pequeña medida, se adquirió experiencia significativa por primera vez.

Fuente: elaboración propia.

## ■ Reflexiones

Ante la pregunta orientadora de este texto: *¿cómo promover la práctica profesional de futuros profesores de Matemática en un contexto de enseñanza virtual desde un proceso de formación también virtual?* Puedo concluir que los siete principios de diseño (Gutiérrez-Fallas & Henriques, 2021) orientaron las decisiones del formador de profesores en cuanto a la planificación y desarrollo de cada una de las tareas y actividades que tuvieron lugar en la propuesta de práctica profesional virtual para el tema de Funciones.

Esta experiencia también contribuyó a la reflexión profesional de los profesores practicantes, ofreciendo espacios de discusión y análisis de las situaciones de enseñanza y aprendizaje de la Matemática en un contexto virtual. Argumentado por Contreras (2021) resulta valioso e importante la “problematización de la práctica que posibilite la reflexión, mediante la selección, diseño y secuenciación de tareas matemáticamente relevantes para el aprendizaje de los futuros profesores, dotando de significado a todos los conceptos e ideas relacionadas con los procesos de enseñanza y aprendizaje involucrados” (p. 21)

También permitió que los futuros profesores tomaran decisiones sobre qué recurso tecnológico utilizar y cómo integrarlo en su práctica profesional, lo que potencializó la articulación entre los distintos dominios de conocimiento asociados con el TPACK para la enseñanza de las Funciones.

Sobre las actividades desarrolladas durante la experiencia, los resultados muestran que la dinámica de la microclase y su respectivo análisis luego de su implementación, les permitió a los futuros profesores tomar decisiones fundamentadas en su propia práctica que contribuyeron a superar problemáticas emergentes al integrar la tecnología en un contexto de enseñanza y aprendizaje virtual. También se evidencia la consolidación del uso de herramientas tecnológicas con diferentes propósitos: para la gestión de la clase, para el acompañamiento asincrónico de los estudiantes y para la exploración de los contenidos a abordar. Además, se evidenció que los futuros profesores apostaron por diseños creativos y atractivos para promover la motivación de los estudiantes y el uso efectivo de los recursos propuestos.

Sin lugar a duda, como toda experiencia, está sujeta a mejoras, adaptaciones y reformulaciones que busquen enriquecer y potencializar los alcances de esta. En particular, para futuras experiencias semejantes, considero que resultaría interesante orientar actividades que promuevan el uso de herramientas tecnológicas para la comunicación interactiva entre los futuros profesores y los estudiantes, tanto en tiempo real de las sesiones virtuales como en tiempo asincrónico; bajo la modalidad de estar siempre conectado en un proceso de aprendizaje continuo.

## ■ Referencias bibliográficas

- Association of Mathematics Teacher Educators (AMTE) (2017). *AMTE Standards for Preparing Teachers of Mathematics*. <http://www.amte.net/publications>.
- Contreras, L. C. (2021). Una aproximación a un modelo de conocimiento del formador de profesores de matemáticas. *Revista Venezolana De Investigación En Educación Matemática*, 1(1), <https://doi.org/10.54541/reviem.v1i1.12>
- Coutinho, C. P. (2011). *Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas, teoria e prática*. Coimbra: Edições Almedina.
- Dewey, J. (1933). *How We Think* (3.ª ed.). Boston, DC: Heath & Company.
- Flores, P. (1998). Formación de profesores de matemáticas como práctica docente y como campo de investigación. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 1-13, Retirado de <https://www.ugr.es/~pflores/textos/aRTICULOS/Investigacion/RevEdUGR.pdf>
- Gutiérrez-Fallas, L. F. (2019). *O conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo (TPACK) na formação inicial de professores de matemática do 3.º ciclo do ensino básico e do ensino secundário*. Tesis de Doctorado, Universidad de Lisboa, Portugal.

- Gutiérrez-Fallas, L. F., & Henriques, A. (2021). Princípios de design de uma experiência baseada no TPACK na formação inicial de professores de matemática. *Zetetike*, 29(00), e021006. <https://doi.org/10.20396/zet.v29i00.8661780>
- Jackson, C., Mohr-Schroeder, M., Cavalcanti, M., Albers, S., Poe, K., Delaney, A., Chadd, E., Williams, M., & Roberts, T. (2018). Prospective mathematics teacher preparation: Exploring the use of service learning as a field experience. *Fields Mathematics Education Journal*, 3(5), 1-21. URL?
- Liljedahl, P., Durand-Guerrier, V., Winsløw, C., Bloch, I., Huckstep, P., Rowland, T., Thwaites, A., Grevholm, B., Bergsten, C., Adler, J., Davis, Z., Garcia, M., Sánchez, V., Proulx, J., Flowers, J., Rubenstein, R., Grant, T., Kline, K., Moreira, P., David, M., Opolot-Okurut, C., & Chapman, O. (2009). Components of mathematics teacher training. In R. Even, & D. L. Ball (Eds), *The professional education and development of teachers of mathematics* (pp. 25-34). New York, NY: Springer.
- Llinares, S. (2007). *Formación de profesores de matemáticas. Desarrollando entornos de aprendizaje para relacionar la formación inicial y el desarrollo profesional*. Conferencia invitada en la XIII Jornadas de Aprendizaje y Enseñanza de las Matemáticas – JAEM. Granada, España.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teachers' knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- National Council of Teachers of Mathematics. (2014). *Principles to actions: Ensuring mathematical success for all*. Reston, VA: Author.
- Niess, M. L. (2012a). Rethinking pre-service mathematics teachers' preparation: technological, pedagogical and content knowledge (TPACK). In D. Polly, C. Mims, & K. Persichitte (Eds.), *Developing technology-rich, teacher education programs: Key issues* (pp. 316-336). Hershey, PA: IGI Global.
- Niess, M. L. (2012b). Teacher knowledge for teaching with technology: A TPACK lens. In R. N. Ronau, C. R. Rakes, & M. L. Niess (Eds), *Educational technology, teacher knowledge, and classroom impact: A research handbook on frameworks and approaches* (pp. 1-15). Hershey, PA: IGI Global.
- Niess, M., & Gillow-Wiles, H. (2017). Expanding teachers' technological pedagogical reasoning with a systems pedagogical approach. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(3), 77-95.
- Oliveira, H., & Serrazina, L. (2002). A reflexão e o professor como investigador. In GTI (Ed.), *Refletir e investigar sobre a prática profissional* (pp. 30-42). Lisboa: Associação de Professores de Matemática.
- Ponte, J. P. (2014). Formação do professor de Matemática: Perspetivas atuais. In J. P. Ponte (Ed.), *Práticas profissionais dos professores de Matemática* (pp. 351-368). Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Ponte, J. P., & Chapman, O. (2008). Preservice mathematics teachers' knowledge and development. In L. English (Ed.), *Handbook of international research in mathematics education (2<sup>nd</sup> ed)*, pp. 225-263). New York, NY: Routledge.
- Santos, L., Moreira, D., Menezes, L., Oliveira, I., Ponte, J. P., Martins, C., Guerreiro, A., Cunha, H., Duarte, J., Martinho, H., Pinto, H., Menino, H., Manuel, J., Veia, L., Viseu, F., & Rodrigues, M. (2008). Conhecimento profissional do jovem professor de Matemática sobre os alunos. *Revista de Educação*, 16(2), 33-64.
- Serrazina, L. (2012). Conhecimento matemático para ensinar: papel da planificação e da reflexão na formação de professores. *Revista Eletrônica de Educação*, 6(1), 266-283. Retirado de <http://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/viewFile/355/162>
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Thompson, A. G. (1992). Teacher's beliefs and conceptions: A synthesis of the research. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 127-146). New York, NY: Macmillan.