

# INTENCIÓN DE CAMBIO Y CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO PEDAGÓGICO DEL CONTENIDO DEL FUTURO PROFESOR DE MATEMÁTICAS: UN ESTUDIO DE CASO

## Intention to change and technological pedagogical content knowledge of pre-service mathematics teachers: a case study

González-Ruiz, I. y González, M.J.

Departamento de Matemáticas, Estadística y Computación, Universidad de Cantabria

### Resumen

*En este trabajo, utilizamos la Teoría del Comportamiento Planificado (TPB) para explorar la intención de cambio que manifiesta un futuro profesor de secundaria sobre la incorporación de tecnología en la enseñanza de las matemáticas. También identificamos, utilizando el modelo de Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK), las componentes de conocimiento que pone de manifiesto al elegir entre tareas matemáticas con y sin tecnología. Relacionando estas dos facetas, afectiva y cognitiva, observamos que, aunque el futuro profesor tiene una intención de cambio favorable que le lleva a seleccionar una tarea con tecnología, su conocimiento no le permite identificar los aspectos de la tarea más valiosos desde el punto de vista cognitivo. Concluimos que es necesario aportar una formación que coordine explícitamente las componentes de conocimiento tecnológica, pedagógica y del contenido.*

**Palabras clave:** *Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK), enseñanza de las matemáticas con tecnología, formación inicial de profesores de matemáticas, intención de cambio, Teoría del comportamiento planificado (TPB).*

### Abstract

*In this paper, we use the Theory of Planned Behaviour to examine the intention to change of one pre-service secondary mathematics teacher. We also use the Technological Pedagogical Content Knowledge framework (TPACK) to determine the knowledge components that he activates when choosing between mathematical tasks with or without technology. Linking these affective and cognitive dimensions, we obtain that our pre-service secondary mathematics teacher has a favourable intention to change that leads him to choose a task with technology. However, his knowledge does not allow him to identify the most adequate elements of the task from the cognitive point of view. We conclude that teacher training programmes focused in the integration of technology, pedagogy and content knowledge are required.*

**Keywords:** *intention to change, pre-service mathematics teachers training, teaching mathematics with technology, Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK), Theory of Planned Behavior (TPB).*

### INTRODUCCIÓN

Las autoridades educativas vienen fomentando en los últimos años la utilización de la tecnología para la enseñanza de las matemáticas. Sin embargo, numerosos estudios apuntan a que estos recursos siguen sin tener un impacto significativo en la práctica docente (ver, por ejemplo, Hoyles y Lagrange, 2010, o Eurydice, 2013). Las causas de este escaso uso de la tecnología son variadas. Centrándonos en la figura de profesor, se pueden analizar estas causas desde dos puntos de vista complementarios: afectivo y cognitivo.

González-Ruiz, I. y González, M.J. (2017). Intención de cambio y conocimiento tecnológico pedagógico del contenido del futuro profesor de matemáticas: un estudio de caso. En J.M. Muñoz-Escolano, A. Arnal-Bailera, P. Beltrán-Pellicer, M.L. Callejo y J. Carrillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXI* (pp. 295-304). Zaragoza: SEIEM.

Desde el punto de vista afectivo, las actitudes del profesor, sus creencias o su percepción del entorno, generan grandes resistencias al cambio. En el marco de la teoría psicológico-social del comportamiento planificado (TPB) (Ajzen, 1991), se define la intención de cambio como la predisposición de una persona a modificar su conducta. Una intención de cambio favorable se considera el antecedente inmediato del cambio real en el comportamiento. Esta teoría se ha mostrado útil para identificar la predisposición de los profesores a usar tecnología en la enseñanza (Lee, Cerreto, y Lee, 2010; Waspe, 2013; Sugar, Crawley y Fine, 2005). En el caso concreto de las matemáticas, Pierce y Ball (2009) han mostrado que algunos de los obstáculos que se perciben los profesores –como el coste económico de la tecnología y la falta de tiempo para cubrir los programas– son dominantes a la hora de determinar su intención de cambio.

Desde el punto de vista cognitivo, el conocimiento del profesor también juega un papel esencial en sus decisiones sobre el uso de tecnología. Hay que tener en cuenta que la tecnología disponible actualmente es accesible y de manejo sencillo, pero puede ser muy compleja desde el punto de vista de la enseñanza y el aprendizaje. El conocimiento que el profesor pone en juego al valorar la enseñanza con tecnología es una combinación compleja de distintas componentes de conocimiento. El modelo de conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK) (Mishra y Koehler, 2006) considera las componentes de conocimiento disciplinar, pedagógica y tecnológica, así como las nuevas formas de conocimiento que se generan en las intersecciones entre dichas componentes. Este modelo se viene utilizando profusamente como referente teórico para la investigación educativa y como modelo para organizar los programas de formación de profesores en tecnología (Chai, Koh y Tsai, 2013). En el caso particular de la formación inicial, se han identificado dificultades de los futuros profesores para establecer relaciones consistentes entre los factores tecnológico y pedagógico, y se han desarrollado ideas para que los futuros profesores lleven a cabo esta integración de conocimientos (Koh, Chai y Tsai, 2010).

Los dos puntos de vista, cognitivo y afectivo, se han tratado de relacionar en distintos trabajos. Sabemos, por ejemplo, que aunque un profesor tenga un sólido desarrollo de la componente de conocimiento TPACK, sus creencias condicionan el modo en que dicho conocimiento se pone de manifiesto en el aula (An y Shin, 2010); por otro lado, aunque un profesor tenga una actitud muy favorable hacia el uso educativo de la tecnología, para poder obtener provecho de este medio tendría que desarrollar las componentes de conocimiento adecuadas (Waspe, 2013). Así pues, tal como reconocen Chai et al. (2013), es necesario seguir profundizando en el modo en que estos dos puntos de vista se relacionan. En el caso concreto los profesores en formación inicial, si bien hay cursos de formación diseñados según modelos que integran la tecnología, la pedagogía y el contenido, se necesitan estudios que analicen cómo se relacionan los factores afectivos y el conocimiento de la tecnología desde el punto de vista del aprovechamiento cognitivo. En los últimos tiempos venimos trabajando en esta línea (ej., González y González-Ruiz, 2017), que ha contado con cierta presencia en los últimos simposios de SEIEM (ej., Moreno y Llinares, 2015; Muñiz-Rodríguez, Alonso, Rodríguez-Muñiz y Valcke, 2016); si bien, desde enfoques complementarios al que proponemos.

En este entorno situamos la contribución de este trabajo. Concretamente, tenemos el propósito de establecer relaciones entre las componentes de conocimiento del modelo TPACK que el profesor de matemáticas de secundaria pone de manifiesto al seleccionar tareas docentes y su intención de cambio sobre el uso de tecnología para la enseñanza de las matemáticas según la teoría TPB; asimismo, queremos determinar qué actitudes y qué componentes de conocimiento se corresponden con una selección de tareas óptima desde el punto de vista del aprovechamiento de los recursos tecnológicos.

## REFERENTES TEÓRICOS

En la teoría psicológico-social del comportamiento planificado (TPB) (Ajzen y Fishbein, 1980; Ajzen, 1991), la intención de cambio se describe como la motivación de un sujeto para llevar a cabo un com-

portamiento nuevo y es el factor principal que permite predecir si realmente el sujeto va a modificar su conducta. La intención de cambio se analiza a través de tres dimensiones: la actitud, la norma subjetiva y el control percibido de la conducta. Pierce y Ball (2009) han reformulado las tres dimensiones de la teoría TPB para adaptarlas al ámbito de la enseñanza de las matemáticas con tecnología. Así, la actitud del profesor hacia la enseñanza de las matemáticas con tecnología capta la disposición positiva o negativa del profesor hacia este tipo de enseñanza; por ejemplo, tiene actitud positiva el profesor que cree que esa forma de enseñanza mejora la comprensión de los estudiantes. La norma subjetiva capta la presión, a favor o en contra, que siente el profesor en su entorno sobre el tipo de recursos que debe utilizar en el aula; por ejemplo, la presión de los compañeros o las expectativas de los padres sobre el uso de estos recursos. El control percibido de la conducta se refiere a la percepción del profesor sobre cuáles son los factores que facilitan u obstaculizan el uso de tecnología en la enseñanza de las matemáticas; por ejemplo, la percepción del profesor sobre su propio manejo de la tecnología o el coste económico de este tipo de recursos. Vemos que las tres dimensiones tienen una interpretación positiva y otra negativa. Pierce y Ball (2009) constatan un hecho esperado: cuanto más positiva es la actitud, cuanto mayor es la presión a favor que percibe el profesor y cuantos más factores facilitadores percibe, más favorable es su intención de cambio hacia el uso de tecnología en su práctica docente y, de hecho, más cambia su conducta en ese sentido.

Desde el punto de vista del conocimiento del profesor, el modelo TPACK<sup>1</sup> considera siete componentes de conocimiento que intervienen en la enseñanza eficaz con tecnología (Mishra y Koehler, 2006). Estas componentes se forman al considerar por separado las componentes de contenido (CK), pedagógica (PK) y tecnológica (TK), junto con las nuevas formas de conocimiento que se generan en las intersecciones, es decir, el conocimiento pedagógico del contenido (PCK), el conocimiento tecnológico-pedagógico (TPK), el conocimiento tecnológico del contenido (TCK), y el conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK). Si bien todas las componentes del modelo son importantes, la última de ellas, la componente TPACK, se considera esencial para la enseñanza eficaz con tecnología. Esta componente resalta la integración entre el contenido a enseñar, los procesos de enseñanza de ese contenido y el uso de la tecnología en ese contexto

## **FOCOS DEL ESTUDIO**

En este trabajo tenemos el propósito de determinar, utilizando la teoría TPB, qué intención de cambio tiene un profesor de matemáticas de secundaria para incorporar la tecnología en la enseñanza de las matemáticas.

También queremos averiguar, utilizando el modelo TPACK, si este profesor es capaz de valorar las aportaciones de la tecnología. Concretamente, queremos determinar qué componentes de conocimiento pone de manifiesto al elegir entre dos tareas matemáticas parejas, una de las cuales lleva incorporado un applet, y si esas componentes de conocimiento le llevan a seleccionar las tareas más valiosas desde el punto de vista cognitivo. En particular, queremos ver si realmente pone en juego el conocimiento tecnológico pedagógico del contenido necesario para determinar la potencialidad del applet.

Por último, partiendo de la hipótesis de que las dos dimensiones afectiva y cognitiva pueden estar relacionadas, queremos analizar si hay dimensiones de la intención de cambio y componentes de conocimiento que se corresponden con una selección de tareas que denominaremos óptima desde el punto de vista del aprovechamiento de los recursos tecnológicos para el aprendizaje. Así, queremos determinar si una intención de cambio favorable está relacionada con una mayor presencia de la componente TPACK en las manifestaciones del profesor al seleccionar la tarea matemática con tecnología.

## **¿A QUÉ TECNOLOGÍA NOS REFERIMOS?**

Las cuestiones que analizamos en este trabajo requieren que, por un lado, miremos la tecnología desde un punto de vista general y, por otro lado, concretemos a qué tecnología nos referimos con un gran nivel de detalle.

El punto de vista general es necesario para valorar la intención de cambio del futuro profesor. Esta noción se conforma a partir de sus percepciones sobre el medio tecnológico. El profesor conforma estas ideas a partir de su experiencia personal con la tecnología. Por tanto, al valorar la intención de cambio nos referiremos a la idea general de tecnología que el futuro profesor haya desarrollado.

El punto de vista específico se necesita para poder determinar el conocimiento que el futuro profesor pone en juego a la hora de tomar decisiones concretas sobre el uso de la tecnología en la enseñanza. Son muchas las herramientas tecnológicas útiles en un aula de matemáticas. En este trabajo, nos centraremos en el uso de applets interactivos integrados en enunciados matemáticos. Denominaremos *tarea-TIC* al enunciado de un problema matemático que involucra el uso de una escena interactiva en la que aparecen sistemas de representación de tipo gráfico y/o simbólico. Desde el punto de vista cognitivo, una tarea-TIC promueve el papel activo de los estudiantes en su proceso de aprendizaje, plantea cuestiones que implican al estudiante en procesos de razonamiento propios de la actividad matemática y hace que se materialicen objetos matemáticos abstractos, dando así un valioso soporte material a los procesos de razonamiento del estudiante.

## **METODOLOGÍA**

Hemos llevado a cabo un proceso metodológico basado en la indagación sistemática, utilizando múltiples datos y dirigido a interpretar las valoraciones que un sujeto realiza en un contexto singular; así pues, corresponde al estudio de un caso. Este tipo de metodología es adecuada a la indagación sobre el conocimiento del profesor en el modelo TPACK (Koehler, Shin y Mishra, 2011). Respecto de la teoría TPB, aunque inicialmente es una teoría adaptada al uso de métodos cuantitativos, también ha sido ampliamente utilizada con metodologías de tipo cualitativo como la que utilizamos (Renzi y Klobas, 2008).

### **Muestra**

Hemos realizado la experiencia con los alumnos del “Máster Universitario en formación del Profesorado de Educación Secundaria y Bachillerato” en la especialidad de Matemáticas en una universidad pública española, un total de seis estudiantes. Limitamos este trabajo a exponer los resultados que afectan a uno de ellos. La elección del sujeto que nos ocupa se debe a que resulta representativo del grupo de 6 estudiantes investigados, tanto por su perfil académico como por el contenido y tipo de respuestas que aporta en los cuestionarios que seguidamente presentamos. La formación inicial en matemáticas de nuestro sujeto es la propia de los estudios de grado en ingeniería y su formación didáctica se reduce a la que está recibiendo como estudiante del máster indicado. En el momento de participar en esta investigación, no había recibido formación específica sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas con tecnología. Consideramos que en esta situación, el sujeto no se veía coaccionado hacia la utilización de tecnología.

### **Cuestionario 1: recogida de datos sobre la intención de cambio del futuro profesor**

Una revisión bibliográfica sobre los cuestionarios elaborados en el ámbito de la teoría TPB nos llevó a seleccionar y a adaptar a nuestros propósitos los 6 ítems que aparecen en la Tabla 1, y que conforman el cuestionario 1. Hemos elegido estos ítems adaptando a nuestro contexto el cuestionario utilizado por Pierce y Ball (2009). Concretamente, hemos utilizado seis ítems de respuesta abierta que pueden ser respondidos mencionando tanto las ventajas como los inconvenientes que el sujeto percibe. Estos ítems se corresponden, a priori, con las tres dimensiones del TPB, según se indica en la segunda columna de la Tabla 1.

### **Cuestionario 2: recogida de datos sobre el modelo de conocimiento TPACK del futuro profesor**

El segundo instrumento de recogida de datos es un cuestionario elaborado por los autores, en el que buscamos identificar el conocimiento del futuro profesor en una situación profesional habitual en la práctica docente: la selección de tareas para la enseñanza de un tema de matemáticas. Este método de

Tabla 1. Ítems del cuestionario 1 y correspondencia con dimensiones TPB

Ítems	TPB
1. ¿Qué opinión tiene, en general, sobre el uso de tecnología para la enseñanza de las matemáticas?	Actitud
2. ¿Qué recursos utilizaría habitualmente en clase de matemáticas (libro de texto, apuntes propios, otros materiales educativos, etc.)?	Actitud Norma subjetiva
3. Estaría realmente tecnología de forma cotidiana en el aula?	Actitud
4. ¿Estaría dispuesto/a a hacer uso de un recurso tecnología desconocido para usted?	Control percibido de conducta
5. ¿Cuándo cree que es apropiado para los estudiantes utilizar tecnología (i.e., calculadora, ordenador, etc.) en las clases de matemáticas?	Actitud Norma subjetiva
6. ¿Qué ventajas y desventajas para el estudiante percibe en el uso de tecnología en el aula?	Actitud Control percibido de conducta

indagar en los procesos de toma de decisiones del futuro profesor en situaciones particulares de enseñanza ha sido usado con éxito para identificar las componentes de conocimiento del modelo TPACK (Burgoyne, Graham y Sudweeks, 2010; Niess, 2005).

El cuestionario 2 consiste en ofrecer al sujeto una pareja de tareas matemáticas que comparten los mismos objetivos matemáticos, siendo una de ellas una tarea-TIC y la otra no. El sujeto ha de elegir una de las tareas y argumentar las razones que le llevan a realizar esa selección. Independientemente de cuál sea la tarea elegida, en el proceso de seleccionar y argumentar vemos si el futuro profesor identifica las potencialidades del applet desde el punto de vista cognitivo, conocimiento que se corresponde con la componente TPACK, así como las demás componentes de conocimiento que el sujeto emplea para realizar su selección. En definitiva, se trata de identificar las componentes del modelo de conocimiento TPACK que moviliza el futuro profesor al seleccionar una tarea, localizando en el conjunto de argumentos que manifiesta aquellos que están inequívocamente asociados a dichas componentes. Esto nos dará información acerca de si su elección es la óptima.

El cuestionario 2 versa sobre el tema de sucesiones algebraicas para el nivel de 3º ESO (ver Tabla 2). En el protocolo del cuestionario se puso al sujeto en antecedentes, situándole las tareas en un contexto de aula simulado. En este sentido, se le indicó que “*los alumnos han realizado ya, junto con el profesor, tareas de carácter rutinario en relación a los conceptos de numerabilidad, progresión aritmética, término general de una progresión aritmética, suma de una progresión aritmética y representación gráfica de progresiones aritméticas*”, precisando también el contenido matemáticos visto sobre sucesiones algebraicas.

Como se ha apuntado previamente, la pareja de tareas se ha elegido de modo que las dos tareas aborden los mismos contenidos matemáticos (cálculo de un término cercano de una progresión y de otro lejano; y suma de  $n$  términos de una progresión aritmética, con  $n$  pequeño y con  $n$  grande). Asimismo, ambas tareas comparten los mismos objetivos: identificar los datos de un problema de progresiones aritméticas en contexto (primer término, término  $n$ -ésimo, diferencia, suma) y reconocer la necesidad de usar las fórmulas para resolver cómodamente problemas de generalización lejana.

Con base en esta característica, hablaremos de la selección óptima según el criterio siguiente: seleccionar la tarea-TIC solo cuando el applet aporta una mejora relevante al aprendizaje del estudiante en el contexto de la resolución de la tarea; en otro caso, la selección óptima es optar por la tarea que no tiene applet.

Tabla 2. Cuestionario 2

¿Cuál de las dos tareas siguientes elegirías para iniciar la enseñanza del tema de sucesiones? Justifica tu respuesta.

### Tarea 1

Un estudiante de 3º de ESO se propone el día 1 de septiembre repasar matemáticas durante una quincena. Para ello, quiere hacer cada día 2 ejercicios más que el día anterior. Si el primer día empezó haciendo un ejercicio:

- ¿Cuántos ejercicios tendrá que hacer el día 15 de septiembre?
- ¿Cuántos ejercicios hará en total?

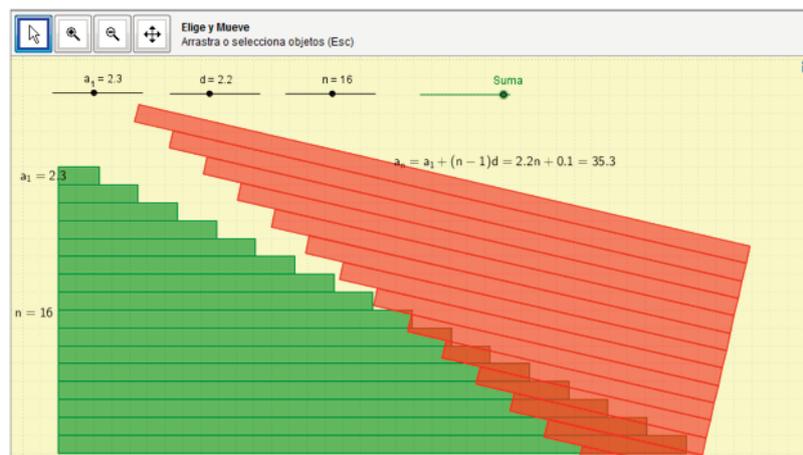
### Tarea 2

Un esquiador comienza la pretemporada de esquí haciendo pesas en un gimnasio durante una hora. Decide aumentar el entrenamiento 10 minutos cada día.

- ¿Cuánto tiempo deberá entrenar al cabo de 15 días?
  - ¿Cuánto tiempo en total habrá dedicado al entrenamiento a lo largo de todo un mes de 30 días?
- Dispones del siguiente applet para resolver esta tarea.

#### Suma de progresiones aritméticas

Utiliza los deslizadores para fijar el término inicial, la diferencia y el número de términos. Luego utiliza el deslizador "Suma" para ver como se obtiene la suma.



[http://www.xente.mundo-r.com/ilarrosa/GeoGebra/Suma\\_prog\\_aritm.html](http://www.xente.mundo-r.com/ilarrosa/GeoGebra/Suma_prog_aritm.html)

La aportación más destacada del applet de la tarea-TIC de la Tabla 2 (correspondiente a la Tarea 2) es que muestra una forma visual de demostrar la fórmula de la suma de la progresión aritmética; esta demostración resulta muy intuitiva, puesto que el estudiante solo tiene que desplazar unos deslizadores para verla. No obstante, esta es una cualidad que no se requiere en la tarea. Además, en el applet se muestra la fórmula de la suma y los deslizadores le evitan tener que hacer la sustitución de valores en dicha fórmula; pero en el contexto en el que se plantea esta tarea, el estudiante debe mostrar que conoce la fórmula de la suma y que sustituye adecuadamente los valores en ella. Por ello, la selección óptima en este caso es la tarea 1. Si el futuro profesor utilizase la argumentación anterior para seleccionar la tarea 1 de esta pareja, estaría poniendo de manifiesto un conocimiento asociado a la componente TPACK y estaría usándolo para realizar la selección óptima.

Es importante señalar que el futuro profesor puede poner de manifiesto un conocimiento asociado a la componente TPACK, pero este conocimiento puede ser erróneo o incompleto en el contexto en el que se plantea la tarea. Distinguiremos esta posibilidad indicando que el conocimiento asociado a la componente TPACK que manifiesta el sujeto no es adecuado a la situación. Por ejemplo, en el applet

anterior, se podría argumentar que los deslizadores evitan tener que hacer la sustitución de valores en la fórmula y así facilitan al estudiante la realización de las operaciones, sin darse cuenta de que los propósitos de la tarea se ven perjudicados por esta cualidad.

### Implementación de los cuestionarios

Los dos cuestionarios se implementaron consecutivamente. El futuro profesor de matemáticas dispuso de una hora para rellenarlos ambos, primero el cuestionario 1 y después el 2. El investigador atendió preguntas de tipo técnico para aclarar en qué consistía el applet y, si el sujeto lo deseaba, tenía un ordenador delante en el que podía manipularlo.

En los dos cuestionarios, se han aportado las respuestas de forma abierta. Para analizar estas respuestas hemos utilizado los criterios que explicamos a continuación y hemos obtenido los resultados que siguen.

#### Cuestionario 1

Para identificar las tres dimensiones del TPB en las respuestas al cuestionario 1 separamos las respuestas en frases que tuviesen significado respecto de alguna de dichas dimensiones y seguimos un proceso interpretativo basado en la definición de la propia dimensión. Puesto que cada dimensión del TPB tiene una interpretación positiva y otra negativa (actitud positiva o negativa; percepción sobre la presión del entorno a favor o en contra; y percepción de factores que facilitan u obstaculizan), también añadimos a cada frase el sentido positivo o negativo asociado a la dimensión.

Mediante este proceso obtuvimos un listado de frases asociadas a cada dimensión del TPB en sentido positivo o negativo. Los resultados se muestran en la figura 1, donde cada barra representa la cantidad de frases positivas (gris) y negativas (negro).

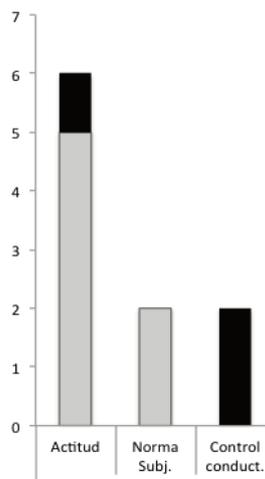


Figura 1. Resultados del cuestionario 1

#### Cuestionario 2

Para analizar los resultados del cuestionario 2 hemos registrado los siguientes aspectos: los tipos de conocimiento que pone de manifiesto en la justificación; en los casos en los que pone de manifiesto la componente TPACK, la valoración sobre si este conocimiento es adecuado a la situación; si selecciona o no tareas-TIC; si realiza o no la selección óptima. En la Tabla 3 mostramos los resultados obtenidos sobre estos aspectos.

Tabla 3. Resultados del cuestionario 2

Número de frases	Tipos de Conocimiento	TPACK adecuado	Selección de Tarea-TIC	Selección óptima
9 frases	PTK, PK, CK, PK, TPACK, PK, PTK, PK, PCK	no	si	no

Para identificar el tipo de conocimiento puesto de manifiesto, hemos separado las respuestas que aporta el futuro profesor de matemáticas en frases que tuviesen significado respecto del modelo TPACK y hemos asignado a cada frase el tipo de conocimiento que el sujeto pone en ella, teniendo en cuenta la descripción de cada componente de conocimiento adaptada a nuestro contexto. A modo de ejemplo, mostramos un segmento de sus respuestas originales en la Figura 2.

+ Además el hecho de poder modificar los valores  $a$ ,  $d$  y  $n$  permite al alumno experimentar por sí mismo.

× El hecho de utilizar una aplicación es interesante para el desarrollo de la competencia digital.

Figura 2. Ejemplo respuesta en el cuestionario 2

## INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

El futuro profesor de matemáticas manifiesta una actitud positiva hacia el uso de tecnología, tal y como queda reflejado en las 5 frases positivas, de un total de 6, que aporta en esta línea; por ejemplo, indica: *“Mejoran la motivación y el interés del estudiante. Dan sentido a los contenidos”* o *“su uso debería extenderse a todos los cursos”*. Percibe que es importante usar tecnología en el actual entorno de enseñanza de las matemáticas, manifestando 2 frases en dimensión 2: *“Preparan al alumno para su futuro profesional y personal”* y *“el uso de tecnología en esta etapa es imprescindible”*. Solo menciona algunas dificultades genéricas asociadas al uso de tecnología en la enseñanza, registradas en 2 frases en dimensión 3: *“Carencia de recursos en la práctica”* y *“la tecnología requiere, generalmente, de un conocimiento adicional por parte del profesor”*.

Selecciona la Tarea 2, que corresponde con la tarea-TIC. El conocimiento que manifiesta en su selección es mayoritariamente pedagógico (PK en 5 de 9 ocasiones). Hace referencia a las posibilidades cognitivas de las tareas pero sin mencionar el contenido: *“El ser capaz de usar diferentes metodologías para resolver un problema es una manera muy efectiva de adquirir conocimiento significativo”* y expresa el interés de conectar la tecnología con otras disciplinas: *“... es interesante para el desarrollo de la competencia digital”*. También muestra, de forma asilada, conocimiento del contenido (CK): *“...hay que aplicar la fórmula para su resolución...”*. Llega a manifestar conocimiento de tipo TPACK, pero no es adecuado, ya que menciona un aspecto que no es significativo para los propósitos que persigue la tarea: *“...el hecho de poder modificar [mediante un deslizador] los valores  $a$ ,  $d$  y  $n$  permite al alumno experimentar por sí mismo”*. En líneas generales, manifiesta de forma disjunta conocimiento pedagógico-tecnológico (TPK): *“...trabajan...la comprensión y aplicación a una herramienta real, [Geogebra]”*, y pedagógico del contenido (PCK): *“...trabajo de los contenidos a través de una aplicación real”*. Cabe decir que también manifiesta conocimiento pedagógico-tecnológico (TPK) en sentido negativo: *“...cómo funciona el applet... puede suponer para el alumnado un camino sin salida”*.

En suma, se trata de un futuro profesor cuya intención de cambio hacia el uso de tecnología es favorable. Todo el conocimiento que manifiesta tiene una componente pedagógica, la mayoría de las veces de carácter general. El conocimiento que manifiesta asociado a la componente TPACK no es adecuado. Su actitud favorable le lleva a seleccionar la tarea-TIC, pero no logra seleccionar la tarea óptima. Todo ello hace que no valore la adecuación de los conceptos y propiedades relativas a las sucesiones algebraicas, requeridas en la tarea, en el entorno de la TIC.

## CONCLUSIONES

En este trabajo hemos explorado la intención de cambio de un futuro profesor sobre el uso de tecnología y hemos identificado las componentes de conocimiento que ha puesto de manifiesto en un proceso de selección de tareas. En particular, hemos analizado si su conocimiento le ha ayudado a realizar una valoración óptima de las aportaciones de un applet en relación con los propósitos de la tarea a la que acompaña.

Los resultados muestran que una intención de cambio favorable al uso de tecnología no se acompaña de una reflexión adecuada sobre la potencialidad de las tareas. El conocimiento tecnológico pedagógico del contenido que pone de manifiesto el futuro profesor no le permite realizar la selección óptima. Es su intención de cambio, y no su conocimiento, el factor dominante que le lleva a seleccionar tareas-TIC.

Su preparación puede considerarse insuficiente para llevar a cabo una enseñanza con tecnología que realmente aproveche la potencialidad de este medio para el aprendizaje de las matemáticas. Cabe recordar que el sujeto que ha formado parte de la muestra aun no había recibido formación específica sobre enseñanza de las matemáticas con tecnología, aunque sí había recibido formación pedagógica. En este sentido, confirmamos las conclusiones de otros estudios, en los que se plantea precisamente el modelo TPACK argumentando que el tipo de conocimiento asociado a la componente TPACK no se desarrolla de forma espontánea por el hecho de desarrollar conocimiento independiente asociado, por separado, a las tres componentes de conocimiento, tecnológica y pedagógica. Por tanto, sugerimos que los programas de formación inicial de profesores pongan el énfasis en el desarrollo de la componente TPACK. De esta forma, la intención de cambio favorable que manifiestan los futuros profesores puede verse acompañada de una formación que les permita realizar una valoración adecuada sobre la tecnología disponible para el aprendizaje de las matemáticas y una selección óptima de tareas TIC.

## Referencias

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 50(2): 179–211.
- Ajzen, I. y Fishbein, M. (1980). *Understanding attitudes and predicting social behavior*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- An, H. y Shin, S. (2010). The impact of urban district field experiences on four elementary pre-service teacher's learning regarding technology integration. *Journal of Technology Integration in the Classroom*, 2(3), 101-107.
- Burgoyne, N., Graham, C. R. y Sudweeks, R. (2010). *Assessing the Validity and Reliability of an Instrument Measuring TPACK*. Paper presented at the Proceedings of Society for Information Technology Teacher Education International Conference 2010.
- Chai, C. S., Koh, J. H. L. y Tsai, C. C. (2013). A Review of Technological Pedagogical Content Knowledge. *Educational Technology & Society*, 16(2), 31–51.
- Eurydice (2013). *Cifras clave sobre el uso de las TIC para el aprendizaje e innovación en los centros escolares de Europa 2011*. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- González, M. J. y González-Ruiz, I. (2017). Behavioural Intention and Pre-Service Mathematics Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 13(3), 601-620.
- Hoyles, C. y Lagrange, J. B. (2010). *Mathematics Education and Technology - Rethinking the Terrain. The 17th ICMI Study*. Nueva York: Springer.

- Koehler, M. J., Shin, T.S. y Mishra, P. (2011). How do we measure TPACK? Let me count the ways. En R. N. Ronau, C.R. Rakes, y M. L. Niess (Eds.), *Educational Technology, Teacher Knowledge, and Classroom Impact: A Research Handbook on Frameworks and Approaches* (pp.16-31). Information Science Reference, Hershey PA.
- Koh, J. L., Chai, C. S. y Tsai, C. C. (2010). Examining the technological pedagogical content knowledge of Singapore preservice teachers with a large-scale survey. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(6), 563-573.
- Lee, J., Cerreto, F. A., y Lee, J. (2010). Theory of planned behavior and teachers' decisions regarding use of educational technology. *Educational Technology & Society*, 13(1), 152–164.
- Mishra, P. y Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Moreno, M. y Llinares, S. (2015). Perspectivas de estudiantes para profesores sobre el papel de la tecnología para apoyar el aprendizaje matemático de los estudiantes. En C. Fernández, M. Molina y N. Planas (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIX* (pp. 413-421). Alicante: SEIEM.
- Muñiz-Rodríguez, L., Alonso, P., Rodríguez-Muñiz, L. J. y Valcke, M. (2016). Validación de un instrumento para evaluar el Máster en Formación del Profesorado: estudio piloto en la especialidad de matemáticas. En J. A. Macías, A. Jiménez, J. L. González, M. T. Sánchez, P. Hernández, C. Fernández, F. J. Ruiz, T. Fernández y A. Berciano (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XX* (pp. 377-386). Málaga: SEIEM.
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21(5), 509–523.
- Pierce, R. y Ball, L. (2009). Perceptions that may affect teachers' intention to use technology in secondary mathematics classes. *Educational Studies in Mathematics*, 71(3), 299-317.
- Renzi, S. y Klobas, J. (2008). Using the Theory of Planned Behavior with Qualitative Research (Version Working Paper Number 12): Centre for Research on Social Dynamics (DONDENA), Università Commerciale Luigi Bocconi, Working Papers 012.
- Sugar, W., Crawley, F. y Fine, B. (2005). Critiquing theory of planned behaviour as a method to assess teacher's technology integration attitudes. *British Journal of Educational Technology*, 36(2), 331–334.
- Waspe, T. (2013). *Beliefs of the district e-learning coordinators in the GDE about the pedagogical integration of ICTs in Gauteng Online schools*. Tesis Doctoral. Universidad del Witwatersrand.

---

<sup>1</sup> Es frecuente utilizar las siglas TPACK para referirse a dos aspectos diferentes: por un lado, se habla de modelo TPACK para denominar al modelo de conocimiento formado por 7 componentes; por otro lado, se habla de componente TPACK para denominar a una de dichas componentes. En este trabajo seguiremos dicha terminología