



Original

## Pedagogía digital y aprendizaje cooperativo: efecto sobre los conocimientos tecnológicos y pedagógicos del contenido y el rendimiento académico en formación inicial docente

Lourdes Meroño<sup>a,\*</sup>, Antonio Calderón<sup>b</sup>, y José L. Arias-Estero<sup>a</sup>

<sup>a</sup> UCAM Universidad Católica de Murcia

<sup>b</sup> Department of Physical Education and Sport Sciences, University of Limerick

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

#### Historia del artículo:

Recibido el 20 de junio de 2020

Aceptado el 21 de octubre de 2020

On-line el 24 de diciembre de 2020

#### Palabras clave:

Competencia digital

Estrategias de enseñanza/aprendizaje

Formación digital

Modelo de ecuaciones estructurales

### R E S U M E N

Ante el creciente papel de la tecnología digital y su importancia en los currículos educativos, el diseño y la aplicación de metodologías adaptadas es un desafío para la comunidad educativa. Esta investigación persigue conocer: (a) si una metodología basada en el modelo Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) y el aprendizaje cooperativo (AC) favorece la mejora de la percepción de los conocimientos TPACK y el rendimiento académico de alumnado universitario, y (b) si hay relación entre la percepción de los conocimientos TPACK y el rendimiento académico. El diseño es cuasiexperimental de medidas pretest-postest con tres grupos de clase ( $n = 293$ ) durante 15 semanas. Un grupo ha experimentado una metodología basada en el modelo TPACK y tareas grupales. Un segundo grupo ha desarrollado una metodología basada en el modelo TPACK y el AC. Un grupo control ha seguido una metodología centrada en el docente y tareas individuales. Los resultados muestran que los dos grupos experimentales mejoran la percepción de los conocimientos TPACK y el rendimiento académico. Sin embargo, se hallan mejoras estadísticamente significativas a favor del grupo que sigue ambos modelos. El modelo de predicción muestra que la percepción de los conocimientos TPACK predice el rendimiento académico del grupo que desarrolla tareas TPACK cooperativas. Por tanto, pedagogías digitales basadas en los modelos TPACK y AC mejoran los conocimientos TPACK y el rendimiento académico de estudiantes en formación inicial docente. Su uso puede favorecer, además, el desarrollo de la competencia digital de los futuros docentes. Aspecto determinante en el escenario pedagógico y social actual.

© 2020 Universidad de País Vasco. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

### Digital pedagogy and cooperative learning: Effect on the technological pedagogical content knowledge and academic performance of pre-service teachers

#### A B S T R A C T

Given the growing role of digital technology and its relevance in the national curriculum, the design and enactment of aligned pedagogies is a challenge for the community of teacher education. This research aims to explore: (a) whether Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) model and cooperative learning (CL) facilitate preservice teachers' perception of TPACK and academic achievement; and (b) whether there is a relationship between preservice teachers' perception of TPACK and their academic achievement. A quasi-experimental pretest-posttest design with three groups ( $n = 293$ ) was performed for 15 weeks. One group has experienced a pedagogical approach based on TPACK and small-group work. A second group experienced a pedagogical approach based on TPACK and CL. A control group experienced

#### Keywords:

Digital competence

Teaching/learning strategies

Technology training

Structural equation modeling

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [lmerono@ucam.edu](mailto:lmerono@ucam.edu) (L. Meroño).

a teacher-centered pedagogical approach and individual assignments. Main findings show that the two experimental groups improved their perception of TPACK and their academic achievement. However, statistically significant improvements were found favoring the group that experienced TPACK and CL. The prediction model also showed that TPACK predicted the academic achievement of pre-service teachers who also experienced TPACK and CL. In summary, digital pedagogies based on TPACK and CL improve pre-service teachers' TPACK and academic achievement. The use of these pedagogies could influence the development of the digital competence of future teachers. Increasing the digital competence of future teachers is indeed a crucial aspect, given the current social and pedagogical scenario.

© 2020 Universidad de País Vasco. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Introducción

En educación superior, son cada vez más frecuentes las tareas académicas grupales de soporte digital que se desarrollan apoyadas en metodologías cooperativas (Calderón et al., 2019; Thoaele et al., 2016). Planteamientos que, a su vez, demandan formación en la competencia digital para satisfacer las necesidades de la comunidad educativa atendiendo a los requerimientos del currículo (Cubeyes y Riu, 2018; Gawrisch et al., 2019; Henderson et al., 2015).

En el escenario pedagógico y social actual, el Espacio Europeo de Educación Superior tiene aún más presente si cabe el reto de repensar la pedagogía digital para impulsar la calidad de la enseñanza (Caena y Redecker, 2019). Según Mishra y Koehler (2006) y Cherner y Smith (2017), la calidad en la enseñanza del siglo XXI requiere desarrollar una comprensión de las complejas relaciones entre tecnología, contenido y pedagogía, y usar esta comprensión para adquirir la competencia digital. Con este propósito se crea el modelo conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido (Technological Pedagogical Content Knowledge [TPACK]; Koehler y Mishra, 2008).

El modelo TPACK se fundamenta en tres elementos que sostienen el desarrollo de la competencia digital: conocimiento tecnológico (TK, conocimiento sobre capacidades y aplicaciones tecnológicas que puedan integrarse en el contenido); conocimiento pedagógico (PK, conocimiento sobre estrategias de enseñanza/aprendizaje/evaluación), y conocimiento del contenido (CK, conocimiento sobre la materia a impartir). Tres conocimientos que, a su vez, se interrelacionan entre sí y dan lugar a: conocimiento pedagógico del contenido (PCK, conocimiento pedagógico que facilite que el alumnado adquiera las habilidades propias de la materia); conocimiento tecnológico del contenido (TCK, conocimiento sobre los contenidos de la materia haciendo uso de herramientas tecnológicas); conocimiento tecnológico pedagógico (TPK, conocimiento sobre cómo la tecnología puede utilizarse para adquirir nuevos conocimientos sobre los contenidos de la materia); y conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK, conocimiento sobre cómo usar la tecnología más adecuada en un marco pedagógico adaptado a la situación específica de enseñanza; Krause y Lynch, 2018). Según algunos estudios (Pamuk et al., 2015) los conocimientos de primer nivel (TK, PK y CK) podrían predecir el desarrollo de los conocimientos de segundo nivel (PCK, TCK y TPK).

Según el Marco Europeo de Competencia Digital para Educadores, el deber de ayudar a los estudiantes a ser digitalmente competentes requiere que los educadores desarrollen su propia competencia digital (Redecker, 2017). Por este motivo, la mayoría de las investigaciones centradas en este modelo han perseguido diagnosticar el dominio que tienen los docentes en los conocimientos TPACK (Hofer y Grandgenett, 2012). En general, la literatura muestra un discurso a favor de su desarrollo para así cubrir las necesidades de la enseñanza actual (Cabero y Barroso, 2016; Porras-Hernández y Salinas-Amescua, 2013). Además, los resultados apuntan a que los conocimientos TPACK no son estáticos, sino que estos pueden diferir debido a variables internas y/o externas del contexto (Krauskopf et al., 2018). Atendiendo a las primeras, la

edad, el sexo, y la experiencia docente se postulan altamente influyentes en su configuración (Erdogan y Sahin, 2010; Tokmak et al., 2013), así como las variables etapa educativa, la formación docente, y la materia están altamente relacionadas con la percepción sobre estos conocimientos (Chai et al., 2013; Swallow y Olofson, 2017). Entre las variables externas, se encuentra que la percepción de autoeficacia presenta una alta relación predictiva sobre la percepción de los conocimientos TPACK (Abbitt, 2011; Akturk y Ozturk, 2019).

No obstante, existe poca orientación sobre cómo desarrollar la práctica docente y/o programas de formación basados en los conocimientos TPACK (Hofer y Grandgenett, 2012; Voogt et al., 2013). En este sentido, Yeh et al. (2015) y Ay et al. (2015) han repensando el modelo TPACK desde un enfoque práctico que contempla las características de los estudiantes, el contenido de la materia, el diseño curricular, la enseñanza práctica, y las evaluaciones en su diseño. En consecuencia, un desafío actual es activar los conocimientos TPACK a través de metodologías que integren todos los elementos en su diseño. En esta línea, Chai et al. (2019) diseñan una intervención en formación inicial docente centrada en dos tareas TPACK. La primera de diseño colaborativo para crear un producto creativo tras la elección de un tópico. La segunda de diseño individual para profundizar en la materia. Pareto y Willermark (2019) abogan por una intervención de diseño constructivo y situado basado en la elaboración de propuestas de enseñanza reales que incluyen la planificación, implementación y evaluación de tareas de aprendizaje vinculadas al desarrollo de los conocimientos TPACK. También Oakley (2020) desarrolla una intervención en formación inicial docente basada en los conocimientos TPACK a través de la creación de recursos digitales de enseñanza. Los resultados muestran que el proceso de crear cuentas digitales y usarlos en la práctica profesional es útil para desarrollar sus propios conocimientos TPACK. Con el fin de adaptar el diseño curricular a las características y necesidades del contexto, Gawrisch et al. (2019) proponen un marco conceptual basado en la perspectiva de socialización. Estos autores recomiendan la reflexión, la observación y la aplicación guiada por un tutor para descubrir el auténtico valor de la tecnología en la enseñanza. No obstante, a día de hoy, es necesario profundizar más en este modelo para despejar numerosas incógnitas que giran en torno a su complejidad conceptual (Rosenberg y Koehler, 2015). Por ejemplo, analizar qué metodologías facilitan su integración (Oakley, 2020), o comprobar el grado en que la percepción de los conocimientos TPACK corresponde a una medida real basada en el rendimiento académico, entre otras (Drummond y Sweeney, 2017; Scherer et al., 2017).

En este sentido, una de las metodologías que más beneficios reporta a la enseñanza actual en educación superior es el aprendizaje cooperativo (AC; Cecchini et al., 2020). El AC es un modelo pedagógico basado en el constructivismo social que fomenta el aprendizaje a través de cinco elementos: (1) interdependencia positiva; (2) interacción promotora cara a cara; (3) responsabilidad individual; (4) habilidades interpersonales y de trabajo en pequeños grupos, y (5) procesamiento grupal para fomentar la reflexión (Johnson et al., 2014). Esta metodología posiciona el aprendizaje afectivo como un objetivo central de su enseñanza para

ayudar a los estudiantes a aprender a valorar sus propias contribuciones y las de los demás, a ser más autosuficientes, a adaptar la enseñanza entre iguales a sus propias necesidades y las de los demás (Baloche y Brody, 2017). Actualmente, es una metodología clave para el desarrollo de las competencias curriculares de los estudiantes pudiendo ser aplicada en cualquier materia, curso y nivel educativo (Palomares-Montero y Chisvert-Tarazona, 2016).

Investigaciones previas han analizado el efecto de intervenciones en formación inicial docente basadas en el diseño y la creación de tareas cooperativas de soporte digital (p. ej., infografías, blogs, etc.), y su posterior difusión en la comunidad de aprendizaje (p. ej., a través de Twitter o Instagram, entre otros, Balakrishnan, 2014; Hortigüela-Alcalá et al, 2019). Los resultados han mostrado los beneficios que un enfoque de aprendizaje constructivista junto a metodologías cooperativas puede reportar en el aprendizaje del alumnado universitario (Snowball y McKenna, 2017). También se han hallado beneficios en el clima de aula que, a su vez, puede generar una mayor motivación intrínseca y rendimiento académico, siendo la elección y la novedad dos principios pedagógicos propulsores de estos resultados (Calderón et al, 2019). No obstante, es el propio alumnado y profesorado quien demanda formación en la competencia digital para satisfacer las necesidades de la enseñanza actual (Scrabis-Fletcher et al. 2016).

En resumen, si bien el modelo TPACK y el AC son tendencia en la literatura actual, no se han realizado intervenciones que integren ambos modelos en su diseño. Por ello, los objetivos de esta investigación son conocer: (a) si una metodología basada en el modelo TPACK y el AC favorece la mejora de la percepción de los conocimientos TPACK y el rendimiento académico de alumnado universitario, y (b) si hay relación entre la percepción de los conocimientos TPACK y el rendimiento académico. La primera hipótesis es que la metodología basada en el modelo TPACK y el AC lograría mayores valores de percepción de los conocimientos TPACK y rendimiento académico que el alumnado universitario de los otros dos grupos. La segunda es que la percepción de los conocimientos TPACK y el rendimiento académico estarían relacionados, pudiendo predecir la percepción de los conocimientos TPACK los resultados de rendimiento académico.

## Método

### Diseño

El estudio sigue un diseño cuasiexperimental con dos grupos experimentales y un grupo control, usando medidas pretest-postest para recopilar datos sobre los conocimientos TPACK, y solo postest para el rendimiento académico. El grupo experimental 1 (GE1) ha desarrollado una metodología basada en el modelo TPACK y tareas grupales. El grupo experimental 2 (GE2) ha desarrollado una metodología basada en el modelo TPACK y el AC. El grupo control (GC) ha seguido una metodología centrada en el docente y tareas individuales.

### Participantes

Los participantes de este estudio han sido 293 estudiantes de educación superior (235 hombres y 58 mujeres,  $M_{edad} = 20.93$ ,  $DT = 3.98$ ). El GE1 está compuesto por 85 estudiantes (69 hombres y 16 mujeres,  $M_{edad} = 20.81$ ,  $DT = 3.19$ ), el GE2 por 126 estudiantes (95 hombres y 31 mujeres,  $M_{edad} = 21.35$ ,  $DT = 4.18$ ), y el GC por 82 estudiantes (71 hombres y 11 mujeres,  $M_{edad} = 20.63$ ,  $DT = 4.59$ ). El docente cuenta tres años de experiencia en educación superior y es el mismo para los tres grupos. Para favorecer la objetividad de la intervención, todas las sesiones siguen una estructura que

cuenta con objetivos, intervención docente y criterios de evaluación y calificación de las tareas.

### Instrumentos

*Percepción de conocimientos TPACK.* Se ha utilizado la versión española validada del Cuestionario TPACK (Cabero et al, 2015), inicialmente creado por Schmidt et al. (2009), compuesto por 47 ítems que evalúan la percepción de los conocimientos que contempla el modelo TPACK: PK (7 ítems), TK (7 ítems), CK (12 ítems), PCK (4 ítems), TCK (4 ítems), TPK (5 ítems), y TPACK (8 ítems). La escala de respuesta es tipo Likert de 1 = muy en desacuerdo a 5 = muy de acuerdo.

*Rendimiento académico.* El rendimiento académico de los tres grupos se ha medido a través de las calificaciones de las actas ordinarias de la asignatura. Estas calificaciones se obtienen a partir de: (a) la realización de una prueba parcial, durante la intervención; (b) una prueba final, tras la intervención, y (c) un trabajo aplicado. Las pruebas escritas constan de preguntas tipo test con opción múltiple y preguntas de respuesta corta. El trabajo aplicado incluye la realización de tareas académicas alineadas con los resultados de aprendizaje de la materia, de carácter colectivo para ambos grupos experimentales e individual para el GC. La escala de rendimiento académico es desde suspenso (0-4.9) hasta sobresaliente (9.0-10.0).

### Procedimiento

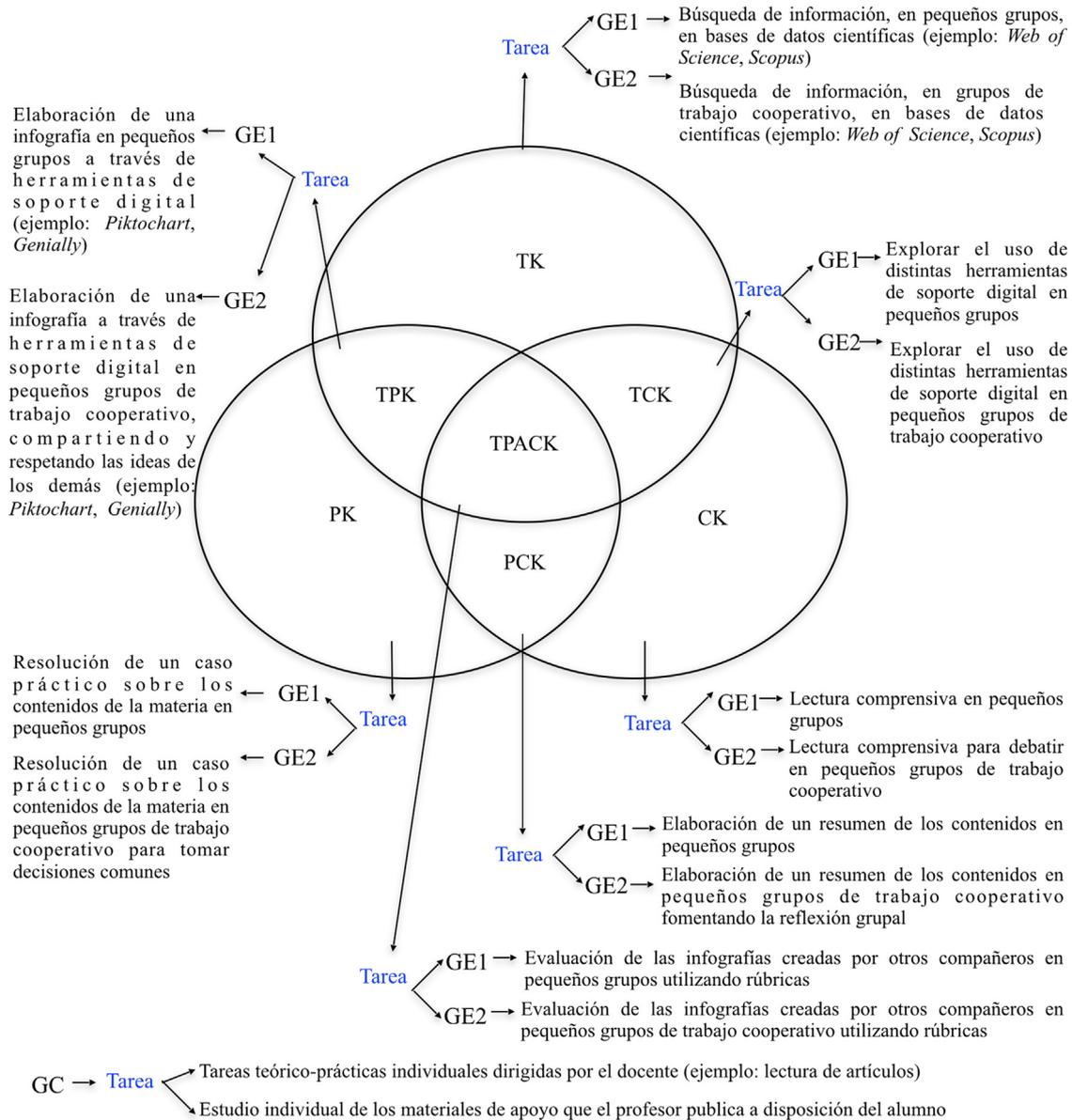
Este estudio se ha realizado en la asignatura Fundamentos Pedagógicos del Deporte del segundo semestre de primer curso del Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte en la Universidad Católica de Murcia (UCAM), España, durante los cursos académicos 2017-2018 y 2018-2019. El estudio cuenta con la aprobación del comité de ética de esta universidad, coherente con el acuerdo de la Declaración de Helsinki. Además, todos los participantes han sido informados por escrito de las características del estudio y han firmado de forma voluntaria el formulario correspondiente.

La intervención se ha desarrollado durante 30 sesiones, dos por semana, siendo esta la carga lectiva de la asignatura. Tanto la intervención del GE1 como del GE2 siguen una metodología basada en los conocimientos TPACK (Tabla 1). Las tareas diseñadas para ambos grupos experimentales, siguiendo el modelo TPACK, presentan una orientación constructivista y adaptada a la situación específica de enseñanza (Pareto y Willermark, 2019). Además, en GE2, las tareas TPACK se han diseñado siguiendo las premisas de Johnson et al. (2014) del AC (interdependencia positiva, interacción promotora cara a cara, responsabilidad individual, habilidades interpersonales y de trabajo en grupos pequeños, y procesamiento grupal; Figura 1). Es decir, las tareas TPACK se realizan de manera cooperativa posicionando el aprendizaje afectivo como un elemento central en la enseñanza (Figura 1). Para ello, se han diseñado tareas académicas grupales con metas comunes que podían conseguir si, y solo si, todos contribuían a su desarrollo. La evaluación se ha llevado a cabo mediante procesos de autoevaluación y coevaluación atendiendo a rúbricas diseñadas con este fin (Johnson et al., 2008). El GC sigue una metodología tradicional basada en estrategias de instrucción directa centradas en los contenidos teórico-prácticos impartidos por el docente. Las tareas, diseñadas para el GC, presentan una orientación basada en el estudio autónomo y el trabajo individual del alumno a partir de los materiales de apoyo que se encuentran a disposición del alumnado en el espacio virtual de la universidad (Figura 1).

**Tabla 1**  
Descripción conocimientos TPACK

Conocimiento	Descripción
CK	Conocimiento sobre los contenidos de la materia
PK	Conocimiento sobre estrategias de enseñanza/aprendizaje/evaluación
TK	Conocimiento de herramientas tecnológicas que pueden integrarse en el contenido
PCK	Conocimiento pedagógico que facilite que el alumnado adquiera determinadas habilidades o contenidos
TCK	Conocimiento sobre los contenidos de la materia haciendo uso de herramientas tecnológicas
TPK	Conocimiento sobre cómo la tecnología puede utilizarse para adquirir nuevos conocimientos sobre los contenidos de la materia
TPACK	Conocimiento sobre cómo usar la tecnología más adecuada en un marco pedagógico adaptado a la situación específica de enseñanza

Fuente: a partir de [Abbitt \(2011\)](#).



**Figura 1.** Ejemplos de tareas GE1, GE2 y GC (elaboración propia).

**Análisis de datos**

Se ha comprobado la consistencia interna del instrumento de percepción de los conocimientos TPACK mediante el índice de fiabilidad compuesta (FC), la varianza media extractada (VME), el índice alfa de Cronbach y el coeficiente Omega de McDonald, así como su dimensionalidad mediante la medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de

Bartlett. La normalidad de los datos se ha examinado mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Con el propósito de dar respuesta al primer objetivo se han realizado dos tipos de análisis. En primer lugar, se analizan las posibles diferencias en la percepción de los conocimientos TPACK entre los tres grupos mediante MANOVA  $3 \times 2$  (3 grupos  $\times$  2 medidas: pretest-postest) y utilizando la prueba post hoc de Bonferroni. En segundo lugar, se estudian las posibles diferencias en el rendimiento académico medio de los tres grupos

**Tabla 2**  
Estadística descriptiva y análisis intergrupo de cada variable dependiente en pretest y postest

Variables	Pretest			Postest			F	d	p	$\eta^2$
	GE1 M (DT)	GE2 M (DT)	GC M (DT)	GE1 M (DT)	GE2 M (DT)	GC M (DT)				
CK	2.31 (.30)	2.40 (.43)	2.38 (.43)	3.96 (.45)	4.01(0.46)	3.80 (.38)	2.82	0.19	.061	.01
PK	2.97 (.28)	3.03 (.23)	3.02 (.61)	4.00 (.47) <sup>c</sup>	4.16(0.52) <sup>a,b</sup>	3.19 (.49)	3.91	0.25	.027 <sup>a</sup>	.02
TK	2.86 (.57)	3.07 (.59)	3.02 (.24)	4.02 (.33) <sup>c</sup>	4.10(0.37) <sup>a,b</sup>	3.03 (.58)	38.73	0.18	.000 <sup>a</sup>	.21
PCK	2.93 (.39)	3.14 (.31)	3.13 (.30)	3.99 (.49) <sup>c</sup>	4.20(0.62) <sup>a,b</sup>	3.80 (.63)	10.22	0.34	.014 <sup>a</sup>	.06
TCK	2.85 (.42)	3.16 (.52)	3.14 (.54)	3.93 (.25) <sup>c</sup>	3.98(0.26) <sup>a,b</sup>	3.16 (.52)	32.93	0.12	.000 <sup>a</sup>	.18
TPK	2.94 (.35)	3.18 (.33)	3.16 (.31)	2.96 (.34) <sup>c</sup>	4.46(0.54) <sup>a,b</sup>	3.21 (.29)	205.51	0.18	.000 <sup>a</sup>	.58
TPACK	3.07 (.32)	3.10 (.33)	3.09 (.34)	3.10 (.31) <sup>c</sup>	4.37(0.59) <sup>a,b</sup>	3.10 (.34)	126.72	0.21	.000 <sup>a</sup>	.46
Rendimiento académico	-	-	-	5.42 (1.83)	7.23(1.44) <sup>a,b</sup>	5.65 (1.98)	35.04	0.98	.000 <sup>a</sup>	.19

M: media; DT: desviación típica.

<sup>a</sup> Diferencias significativas entre el GE1 y el GE2 ( $p < .005$ ).

<sup>b</sup> Diferencias significativas entre el GE2 y el GC ( $p < .005$ ).

<sup>c</sup> Diferencias significativas entre el GE1 y el GC ( $p < .005$ ); d = tamaño del efecto (pequeño  $< .50$ ; moderado:  $.50-.79$ ; grande  $\geq .80$ ).

empleando ANOVA. Con el propósito de dar respuesta al segundo objetivo se han analizado las relaciones predictivas entre los conocimientos TPACK y el rendimiento académico del alumnado individualmente para cada grupo mediante un enfoque de modelación de ecuaciones estructurales, siguiendo la propuesta metodológica presentada por Kline (2015). En el primer paso (modelo de medición), las asociaciones bidireccionales entre las diferentes variables han sido inspeccionadas por análisis factorial confirmatorio. En el segundo paso, se ha examinado el efecto predictivo de la percepción de los conocimientos TPACK en el rendimiento académico del alumnado. Para realizar este análisis multivariante a través del modelo estructural de ecuaciones (SEM), se aplica el método de máxima verosimilitud con el procedimiento de arranque con 5000 iteraciones dada la violación del supuesto de normalidad multivariante (coeficiente de Mardia = 213.11,  $p < .001$ ; Kline, 2015). Se han calculado los estadísticos de normalidad y linealidad a través de los valores de asimetría y curtosis siendo adecuados si el valor de  $\chi^2/df$  es inferior a 5, los índices incrementales (índice de ajuste comparativo [CFI]; índice de ajuste normalizado; índice Tucker-Lewis) iguales o superiores a .95, los índices de error cuadrático medio de aproximación (RMSEA) inferiores a .08 y de la raíz cuadrática media de residuales estandarizada próximos a cero (Bentler, 1990; Byrne, 2001).

El nivel de significación establecido es  $p < .005$ . Previamente al análisis de ecuaciones estructurales, se ha realizado un análisis preliminar basado en las correlaciones bivariadas para estudiar la posible relación entre las variables dependientes en cada grupo. El análisis estadístico se ha realizado con los paquetes estadísticos SPSS® Statistics v.22.0 (IBM, 2013) y AMOS® Statistics v.22.0 (Arbuckle, 2013).

## Resultados

La consistencia interna del instrumento obtenida mediante alfa de Cronbach es de .92. Los índices para cada una de las subescalas del modelo TPACK son elevados (TK = .89, CK = .91, PK = .90, PCK = .85, TCK = .85, TPK = .87, TPACK = .86). Se confirma la fiabilidad del instrumento: FC = .92 y VME = .53; los índices de fiabilidad FC (TK = .75, CK = .81, PK = .77, PCK = .83, TCK = .79, TPK = .85, TPACK = .82) y VME (TK = .63, CK = .65, PK = .63, PCK = .61, TCK = .63, TPK = .65, TPACK = .60); también han sido adecuados para cada una de las subescalas del modelo TPACK. Además, se confirma la dimensionalidad: KMO = .90 y esfericidad de Bartlett ( $p < .001$ ). Los resultados del MANOVA muestran diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos en todos los conocimientos TPACK, excepto el CK, y el rendimiento académico. En concreto, el GE2 obtiene mayores puntuaciones tanto en los conocimientos

TPACK como en el rendimiento académico (Tabla 2). Esto es, los resultados muestran que los dos grupos experimentales mejoran la percepción de los conocimientos TPACK y el rendimiento académico. Sin embargo, los participantes que reciben la formación con ambos modelos (GE2) alcanzan mayores valores de percepción de los conocimientos TPACK y rendimiento académico.

Los resultados del análisis preliminar basado en las correlaciones muestran valores elevados y estadísticamente significativos en el GE1 entre los conocimientos TPACK y CK ( $p = .000$ ; Tabla 3). Los resultados del GE2 muestran una alta correlación entre los conocimientos PCK y CK ( $p = .000$ ), y PK ( $p = .000$ ); así como los TPK y PK ( $p = .004$ ), PCK ( $p = .004$ ), y TPACK ( $p = .000$ ). Por el contrario, en el GC no se encuentran correlaciones estadísticamente significativas entre los conocimientos TPACK, lo cual no da lugar a crear el modelo de predicción para este grupo (Tabla 3). En relación al rendimiento académico, únicamente se encuentran correlaciones entre la percepción del conocimiento TPACK y el rendimiento académico del alumnado del GE2 ( $p = .002$ , Tabla 3).

De acuerdo con las reglas de normalidad propuestas por Curran et al. (1996), los ítems cumplen la normalidad, puesto que los valores de asimetría se sitúan por debajo de 2 y los de curtosis por debajo de 7. Los resultados del SEM basado en la percepción del alumnado del GE1 no se han adecuado a los índices de ajuste:  $\chi^2$  (20,  $N = 85$ ) = 61.05,  $p = .830$ ,  $\chi^2/df = 1.88$ , CFI = .79, GFI = .76, AGFI = .77, RMSEA = .09. Esto es, no se halla predicción entre los conocimientos del modelo TPACK para este grupo. Sin embargo, el SEM basado en la percepción del alumnado del GE2 confirma la adecuación de los índices de ajuste:  $\chi^2$  (20,  $N = 126$ ) = 105.10,  $p = .320$ ,  $\chi^2/df = 3.29$ , CFI = .93, GFI = .91, AGFI = .93, RMSEA = .05. Según la percepción del alumnado del GE2, los conocimientos de primer nivel (TK, PK y CK) predicen la adquisición de los conocimientos de segundo nivel (PCK, TCK y TPK), y estas a su vez en el conocimiento TPACK y el rendimiento académico (Figura 2).

## Discusión

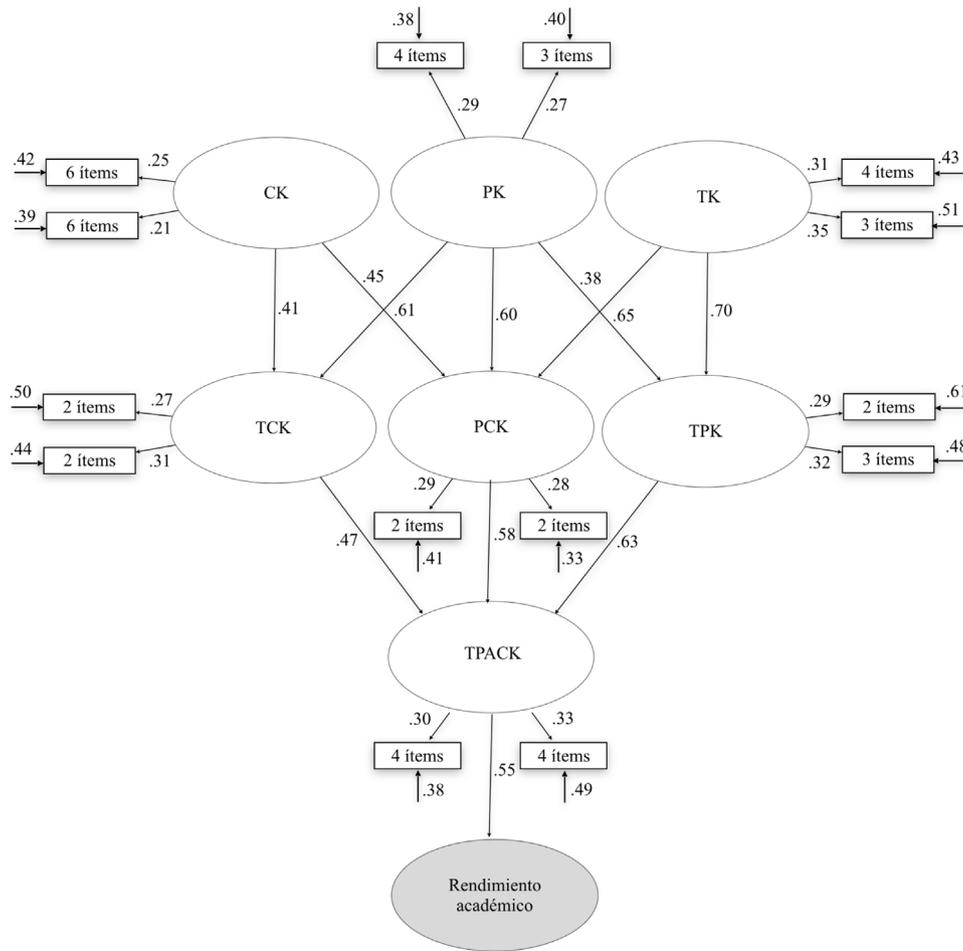
Esta investigación persigue conocer: (a) si una metodología basada en el modelo TPACK y el AC favorece la mejora de la percepción de los conocimientos TPACK y el rendimiento académico de alumnado universitario; y (b) si hay relación entre la percepción de los conocimientos TPACK y el rendimiento académico. Los resultados ratifican las dos hipótesis de estudio. Los beneficios de la pedagogía digital, a través del modelo TPACK, se reflejan en la percepción de los conocimientos TPACK y el rendimiento académico tanto en el GE1 como en el GE2. No obstante, los participantes que reciben la formación con ambos modelos (GE2) alcanzan mayores

**Tabla 3**  
Coeficientes de correlación entre las variables dependientes de los grupos GE1, GE2 y GC

Variables	GE1						GE2						GC									
	CK	PK	TK	PCK	TCK	TPK	TPACK	CK	PK	TK	PCK	TCK	TPK	TPACK	CK	PK	TK	PCK	TCK	TPK	TPACK	
CK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PK	.80	-	-	-	-	-	-	.76	-	-	-	-	-	-	.51	-	-	-	-	-	-	-
TK	.83	.28	-	-	-	-	-	.71	.39	-	-	-	-	.06	.06	-	-	-	-	-	-	-
PCK	.00 <sup>a</sup>	.20	.06	-	-	-	-	.00 <sup>a</sup>	.00 <sup>a</sup>	.23	-	-	-	.34	.06	.10	-	-	-	-	-	-
TCK	.97	.72	.32	.99	-	-	-	.44	.69	.38	.49	-	-	.37	.07	.77	.42	-	-	-	-	-
TPK	.47	.40	.76	.77	.30	-	-	.56	.04 <sup>a</sup>	.11	.04 <sup>a</sup>	.21	-	.97	.64	.31	.47	.83	-	-	-	-
TPACK	.07	.75	.11	.08	.45	.78	-	.16	.34	.92	.11	.61	.00 <sup>a</sup>	.17	.51	.59	.71	.49	.63	-	-	-
Rendimiento académico	.58	.90	.11	.27	.92	.46	.58	.98	.90	.95	.84	.66	.38	.02 <sup>a</sup>	.39	.98	.63	.36	.32	.54	.85	-

CK: conocimiento del contenido; PCK: conocimiento pedagógico del contenido; PK: conocimiento pedagógico; TCK: conocimiento tecnológico del contenido; TK: conocimiento tecnológico; TPACK: conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido; TPK: conocimiento tecnológico pedagógico.

<sup>a</sup> Nivel de significación para  $p < .005$ .



**Figura 2.** SEM según la percepción de los conocimientos TPACK y el rendimiento académico del GE2 (elaboración propia).

valores de percepción de los conocimientos TPACK y rendimiento académico. También se halla que la percepción de los conocimientos TPACK predice el rendimiento académico del alumnado del GE2. En definitiva, las puntuaciones más altas del alumnado que ha experimentado el modelo TPACK y el AC (GE2) confirman los beneficios que aporta el AC en el desarrollo de los conocimientos TPACK.

Atendiendo al primer objetivo del estudio, los beneficios de la pedagogía digital basada en el modelo TPACK experimentados por el GE1 concuerdan con los de estudios recientes que abogan por la efectividad de este modelo para integrar las nuevas tecnologías en los procesos de formación (Kale et al., 2020; Oakley, 2020). Esto puede ser debido a las características propias del modelo TPACK al

ofrecer oportunidades de práctica que vinculan los conocimientos CK, TK y PK, como elementos que sostienen el desarrollo de la competencia digital (Baran et al., 2019). Otra posible explicación puede ser el enfoque de aprendizaje del modelo TPACK creando una base sólida de pedagogía y contenidos curriculares, conectada a la aplicación de la tecnología digital durante la formación (Kale, 2017; Kale y Akcaoglu, 2017). En una línea similar, Oakley (2020) halla que el modelo TPACK ayuda a alumnado en formación inicial docente a integrar la tecnología como herramienta formativa. En este sentido, Pareto y Willermark (2019) enfatizan la importancia de diseñar tareas TPACK in situ, es decir, adaptadas a la situación específica de cada enseñanza. Hallazgos que realzan la importancia

del modelo TPACK con enfoque práctico (Yeh et al., 2015) y que dan una idea de su valor como metodología a tener en cuenta en el diseño de nuevos currículos y planes de estudio en línea con las necesidades del contexto actual (Ay et al., 2015). Resultados que corroboran el efecto positivo del diseño de tareas de orientación constructivista basadas en el modelo TPACK para generar nuevos aprendizajes (p. ej., Pareto y Willenmark, 2019). Para ello, Gawrisch et al. (2019) recomiendan el diseño de metodologías de enfoque constructivista que faciliten la aplicación del modelo TPACK.

El diseño de una metodología basada en el modelo TPACK y el AC puede ser el motivo que influencia los resultados del presente estudio, al mostrar el GE2 mayores puntuaciones en los conocimientos TK, PK, PCK, TCK, TPK, TPACK, y en el rendimiento académico. Esto puede ser debido a los elementos que median la efectividad del AC (Johnson et al., 2014). Además, los resultados corroboran el potencial del AC en educación superior (Cecchini et al., 2020), posicionando el aprendizaje afectivo y la empatía como elementos implícitos en la enseñanza de este modelo pedagógico basado en el constructivismo social (Baloche y Brody, 2017). En concreto, alguno de estos elementos identificados han sido los siguientes. Primero, la interdependencia positiva al percibir que se necesitan unos a otros (Chai et al., 2019). Segundo, la interacción promotora cara a cara al fomentar las relaciones sociales y afectivas (Kale et al., 2020). Tercero, la responsabilidad de cada miembro al ser necesaria para el éxito grupal (Cecchini et al., 2020). Cuarto, las habilidades interpersonales y el trabajo en pequeños grupos para el desarrollo de los conocimientos TPACK (Swanson et al., 2019). Quinto, el procesamiento grupal al reflexionar sobre la utilidad y viabilidad de usar unas herramientas digitales u otras según la finalidad de la actividad académica planteada (Mouza et al., 2014). Sexto, la retroalimentación inmediata a través de las rúbricas de evaluación, permitiendo a los estudiantes reflexionar sobre su propio aprendizaje, expresar sus ideas, comprender las ideas de los demás, y tratar de unirlos (Johnson y Johnson, 2005). En este sentido, Chai et al. (2019) consiguen mejorar la percepción de los conocimientos TPACK a través de una intervención basada en la elaboración de tareas individuales y colaborativas de soporte digital que buscan responder a los requerimientos de los currículos educativos. Hallazgos que, a su vez, resaltan el valor de tener en cuenta los factores de tipo social y emocional para el desarrollo de la competencia digital a través del modelo TPACK. En este sentido, el AC se muestra como aliado metodológico del modelo TPACK pudiendo favorecer el desarrollo de la empatía digital que según Selwyn (2020) es tan necesaria en el escenario actual y sobre todo en el escenario pospandemia. Sin embargo, el CK fue el único que no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos. Resultados similares han sido encontrados por Angeli y Valanides (2009). En su estudio evidencian la menor influencia del diseño metodológico en este conocimiento. Esto es, los resultados sugieren que el alumnado aprende el contenido independientemente de la metodología aplicada.

Atendiendo al segundo objetivo, los resultados muestran la alta relación existente entre la percepción de los conocimientos TPACK y el rendimiento académico del alumnado del GE2. Hallazgos empíricamente respaldados por estudios que muestran el efecto positivo del AC sobre el aprendizaje y el rendimiento de los estudiantes (Slavin, 2014). Asimismo, Cecchini et al. (2020) recientemente han corroborado los beneficios del AC en educación superior. En su investigación además inciden en la efectividad del AC si se diseñan tareas altamente estructuradas que integren sus elementos.

Los resultados del modelo de predicción del presente estudio han revelado dos hallazgos en el alumnado del GE2. Primero, la percepción de los conocimientos de primer nivel (TK, PK y CK) predice la percepción de los conocimientos de segundo nivel (PCK, TCK y TPK). Relaciones predictivas que corroboran el impacto de la base de conocimientos TK, PK y CK sobre los conocimientos PCK,

TCK y TPK (Pamuk et al., 2015), así como manifiestan la influencia positiva del AC en su desarrollo. Segundo, la percepción de los conocimientos TPACK predice el rendimiento académico del alumnado. Estos resultados muestran que la percepción de los conocimientos TPACK, al igual que otras variables como la percepción de autoeficacia, es un factor influyente en el rendimiento académico del alumnado (Akturk y Ozturk, 2019). Hallazgos que reafirman los beneficios del AC en educación superior (Cecchini et al., 2020), así como realzan su valor como elemento mediador de los conocimientos TPACK y el rendimiento académico de alumnado en formación inicial docente.

## Conclusión

En el panorama pedagógico y social actual, se hace aún más necesario si cabe el desarrollo de propuestas metodológicas que contribuyan al desarrollo de la competencia digital de los docentes del futuro. Este trabajo muestra que la combinación de los modelos pedagógicos TPACK y AC mejora el desarrollo de la competencia digital y el rendimiento académico de los futuros docentes. A nivel práctico, se comprueba que las características del AC contribuyen a potenciar los beneficios del modelo TPACK vinculados a la comprensión de las complejas relaciones entre tecnología, contenido y pedagogía, que permiten mejorar la competencia digital del alumnado universitario. A nivel científico, contribuye a la literatura pedagógica en formación inicial docente y en general con la educación superior sobre cómo desarrollar la práctica docente o programas de formación basados en los conocimientos TPACK, así como analizar qué metodologías pueden facilitar su integración. No obstante, los resultados deben ser interpretados con precaución por la complejidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje y su medición en un contexto educativo (Meroño et al., 2019), así como la posible influencia del docente en el rendimiento académico. Aspectos que manifiestan la limitación principal de este estudio (junto con la utilización de una muestra natural) y que podría reducirse, por ejemplo, con el uso de diseños de método mixto como los que proponen Johnson y Onwuegbuzie (2004).

Futuras investigaciones podrían utilizar este tipo de diseños para contribuir al análisis y la discusión sobre la aplicación del modelo TPACK, así como contrastar estos resultados. También sería interesante contrastar estos hallazgos con otros estudios basados en el modelo TPACK desde un enfoque práctico que contemplen otras características de estudiantes, contenidos de la materia, y/o diseño curricular, entre otras.

## Referencias

- Abbitt, J. T. (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. <https://doi.org/10.1080/21532974.2011.10784670>
- Akturk, A. O., y Ozturk, H. S. (2019). Teachers' TPACK levels and students' self-efficacy as predictors of students' academic achievement. *International Journal of Research in Education and Science*, 5(1), 283–294.
- Angeli, C., y Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Computers & Education*, 52(1), 154–168. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.07.006>
- Arbuckle, J. L. (2013). *IBM SPSS Amos™ 22 User's Guide*. SPSS.
- Ay, Y., Karadağ, E., y Acat, M. B. (2015). The technological pedagogical content knowledge-practical (TPACK-Practical) model: Examination of its validity in the Turkish culture via structural equation modeling. *Computers & Education*, 88(1), 97–108. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.04.017>
- Balakrishnan, V. (2014). Using social networks to enhance teaching and learning experiences in higher learning institutions. *Innovations in Education and Teaching International*, 51(6), 595–606. <https://doi.org/10.1080/14703297.2013.863735>
- Baloche, L., y Brody, C. M. (2017). Cooperative learning: Exploring challenges, crafting innovations. *Journal of Education for Teaching*, 43(3), 274–283. <https://doi.org/10.1080/02607476.2017.1319513>

- Baran, E., Canbazoglu, S., Albayrak, A., y Tondeur, J. (2019). Investigating the impact of teacher education strategies on preservice teachers' TPACK. *British Journal of Educational Technology*, 50(1), 357-370. <https://doi.org/10.1111/bjet.12565>
- Bentler, P. M. (1990). Comparative fit indexes in structural models. *Psychological Bulletin*, 107, 238-246. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.107.2.238>
- Byrne, B. M. (2001). Structural equation modeling with AMOS EQS, and LISREL: Comparative approaches to testing for the factorial validity of a measuring instrument. *International Journal of Testing*, 1(1), 55-86. <https://doi.org/10.1207/S15327574IJT0101.4>
- Cabero, J., y Barroso, J. (2016). ICT teacher training: A view of the TPACK model. *Cultura y Educación*, 28(3), 633-663. <https://doi.org/10.1080/11356405.2016.1203526>
- Cabero, J., Marín, V., y Castaño, C. (2015). Validación de la aplicación del modelo TPACK para la formación del profesorado en TIC. @ Tic. *Revista D'innovació Educativa*, 14(1), 13-22. <https://doi.org/10.7203/atic.14.4001>
- Caena, F., y Redecker, C. (2019). Aligning teacher competence frameworks to 21st century challenges: The case for the European Digital Competence Framework for Educators (Digcompedu). *European Journal of Education*, 54(3), 356-369. <https://doi.org/10.1111/ejed.12345>
- Calderón, A., Meroño, L., y MacPhail, A. (2019). A student-centred digital technology approach: The relationship between intrinsic motivation, learning climate and academic achievement of physical education preservice teachers. *European Physical Education Review*, 26(1), 241-262. <https://doi.org/10.1177/1356336X19850852>
- Cecchini, J. A., Fernández-Río, J., Méndez-Giménez, A., González, C., Sánchez-Martínez, B., y Carriedo, A. (2020). High versus low-structured cooperative learning Effects on prospective teachers' regulation dominance, motivation, content knowledge and responsibility. *European Journal of Teacher Education*, 1(1), 1-16. <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1774548>
- Chai, C. S., Hwee Ling Koh, J., y Teo, Y. H. (2019). Enhancing and modeling teachers' design beliefs and efficacy of technological pedagogical content knowledge for 21st century quality learning. *Journal of Educational Computing Research*, 57(2), 360-384. <https://doi.org/10.1177/0735633117752453>
- Chai, C. S., Koh, J. H., y Tsai, C. C. (2013). A review of technological pedagogical content knowledge. *Educational Technology & Society*, 16(2), 31-51.
- Cherner, T., y Smith, D. (2017). Reconceptualizing TPACK to meet the needs of twenty-first-century education. *The New Educator*, 13(4), 329-349. <https://doi.org/10.1080/1547688X.2015.1063744>
- Cubebes, A., y Riu, D. (2018). The effective integration of ICTs in universities: The role of knowledge and academic experience of professors. *Technology, Pedagogy and Education*, 27(3), 339-349. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2018.1457978>
- Curran, P. J., West, S. G., y Finch, J. F. (1996). The robustness of test statistics to non-normality and specification error in confirmatory factor analysis. *Psychological Methods*, 1(1), 16-29. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.1.1.16>
- Drummond, A., y Sweeney, T. (2017). Can an objective measure of technological pedagogical content knowledge (TPACK) supplement existing TPACK measures? *British Journal of Educational Technology*, 48(4), 928-939. <https://doi.org/10.1111/bjet.12473>
- Erdogan, A., y Sahin, I. (2010). Relationship between math teacher candidates' technological pedagogical and content knowledge (TPACK) and achievement levels. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(1), 2707-2711. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.400>
- Gawrisch, D. P., Richards, K. A. R., y Killian, C. M. (2019). Integrating technology in physical education teacher education: A socialization perspective. *Quest*, 1(1), 1-18. <https://doi.org/10.1080/00336297.2019.1685554>
- Henderson, M., Selwyn, N., y Aston, R. (2015). What works and why? Student perceptions of 'useful' digital technology in university teaching and learning. *Studies in Higher Education*, 42(8), 1567-1579. <https://doi.org/10.1080/03075079.2015.1007946>
- Hofer, M., y Grandgenett, N. (2012). TPACK Development in Teacher Education. *Journal of Research on Technology in Education*, 45(1), 83-106. <https://doi.org/10.1080/15391523.2012.10782598>
- Hortigüela-Alcalá, D., Sánchez-Santamaría, J., Pérez-Pueyo, A., y Abella-García, V. (2019). Social networks to promote motivation and learning in higher education from the students' perspective. *Innovation in Education and Teaching International*, 56(4), 412-422. <https://doi.org/10.1080/14703297.2019.79665>
- IBM. (2013). *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0*. IBM Corp.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., y Holubec, E. (2008). *Cooperation in the classroom* (8.ª ed.). Edina, MN: Interaction Book Company.
- Johnson, D. W., y Johnson, R. T. (2005). New developments in social interdependence theory. *Psychology Monographs*, 131(1), 285-358. <https://doi.org/10.3200/MONO.131.4.285-358>
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., y Smith, K. (2014). Cooperative learning: Improving university instruction by basing practice on validated theory. *Journal on Excellence in College Teaching*, 25(3), 85-118. <https://doi.org/10.1002/9780470672532.wbep066>
- Johnson, R. B., y Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33(7), 14-26. <https://doi.org/10.3102/0013189X033007014>
- Kale, U. (2017). Technology valued? Observation and review activities to enhance future teachers' Utility value toward technology integration. *Computers & Education*, 117, 160-174. <https://doi.org/10.1016/j.compe.2017.10.007>
- Kale, U., y Akcaoglu, M. (2017). The role of relevance in future teachers' utility value and interest toward technology. *Educational Technology Research and Development*, 66(2), 283-311. <https://doi.org/10.1007/s11423-017-9547-9>
- Kale, U., Yuan, J., y Roy, A. (2020). To design or to integrate? Instructional design versus technology integration in developing learning interventions. *Educational Technology Research and Development*, 1(1), 1-32. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09771-8>
- Kline, R.B. (2015). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling* (4th ed.). The Guilford Press.
- Koehler, J., y Mishra, P. (2008). *Introducing technological pedagogical knowledge In: American Association of Colleges for Teacher Education. Committee on Technology* (Ed.). In *AACTE The handbook of technological pedagogical content knowledge for educators* Routledge for the American Association of Colleges of Teacher Education. pp. 3-28. Routledge: Taylor y Francis Group.
- Krause, J. M., y Lynch, B. M. (2018). Faculty and student perspectives of and experiences with TPACK in PETE. *Curriculum Studies in Health and Physical Education*, 9(1), 58-75. <https://doi.org/10.1080/25742981.2018.1429146>
- Krauskopf, K., Foulger, T. S., y Williams, M. K. (2018). Prompting teachers' reflection of their professional knowledge. A proof-of-concept study of the graphic assessment of TPACK Instrument. *Teacher Development*, 22(2), 153-174. <https://doi.org/10.1080/13664530.2017.1367717>
- Meroño, L., Calderón, A., Arias-Estero, J. L., y Méndez-Giménez. (2019). Prediction model for the inclusion of key competences in the primary school curriculum through the teachers' perceptions in the Region de Murcia. *Cultura y Educación*, 31(1), 31-66. <https://doi.org/10.1080/11356405.2018.1561108>
- Mishra, P., y Koehler, J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(1), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Mouza, C., Karchmer-Klein, R., Nandakumar, R., Ozden, S. Y., 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(1), 206-221. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.09.020>
- Oakley, G. (2020). Developing pre-service teachers' technological, pedagogical and content knowledge through the creation of digital storybooks for use in early years classrooms. *Technology, Pedagogy and Education*, 29(2), 163-175. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1729234>
- Palomares-Montero, D., y Chisvert-Tarazona, M. J. (2016). Cooperative learning: A methodological innovation in teacher training. *Cultura y Educación*, 28(2), 378-395. <https://doi.org/10.1080/11356405.2016.1158448>
- Pamuk, S., Ergun, M., Cakir, R., Yilmaz, H. B., y Ayas, C. (2015). Exploring relationships among TPACK components and development of the TPACK instrument. *Education and Information Technologies*, 20(2), 241-263. <https://doi.org/10.1007/s10639-013-9278-4>
- Pareto, L., y Willermark, S. (2019). TPACK in situ: A design-based approach supporting professional development in practice. *Journal of Educational Computing Research*, 57(5), 1186-1226. <https://doi.org/10.1177/0735633118783180>
- Porrás-Hernández, L. H., y Salinas-Amescua, B. (2013). Strengthening TPACK: A broader notion of context and the use of teacher's narratives to reveal knowledge construction. *Journal of Educational Computing Research*, 48, 223-244. <https://doi.org/10.2190/ec.48.2.f>
- Redecker, C. (2017). European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. En Y. Punie (Ed.), *EUR 28775 EN*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. [https://doi.org/10.2760/159770\\_JRC107466](https://doi.org/10.2760/159770_JRC107466), 2017, ISBN 978-92-79-73494-6.
- Rosenberg, J. M., y Koehler, M. J. (2015). Context and technological pedagogical content knowledge (TPACK): A systematic review. *Journal of Research on Technology in Education*, 47(3), 186-210. <https://doi.org/10.1080/15391523.2015.1052663>
- Scherer, R., Tondeur, J., y Siddiq, F. (2017). On the quest for validity: Testing the factor structure and measurement invariance of the technology-dimensions in the Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK) model. *Computers & Education*, 112, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.012>
- Schmidt, D., Baran, E., Thompson, A., Mishra, P., Koehler, M., y Shin, T. (2009). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): The development and validation of an assessment instrument for preservice teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123-149. <https://doi.org/10.1080/15391523.2009.10782544>
- Scrabis-Fletcher, K., Juniu, S., y Zullo, E. (2016). Preservice physical education teachers' technological pedagogical content knowledge. *The Physical Educator*, 73(4), 704-718. <https://doi.org/10.18666/TPE-2016-V73-I4-6818>
- Selwyn, N. (2020). *Telling tales on technology: Qualitative studies of technology and education*. London: Routledge.
- Slavin, R. E. (2014). Cooperative learning and academic achievement. Why does groupwork work? *Annals of Psychology*, 30(3), 785-791. <https://doi.org/10.6018/analesps.30.3.201201>
- Snowball, J. D., y McKenna, S. (2017). Student-generated content: An approach to harnessing the power of diversity in higher education. *Teaching in Higher Education*, 22(5), 604-618. <https://doi.org/10.1080/13562517.2016.1273205>
- Swallow, M. J., y Olofson, M. W. (2017). Contextual understandings in the TPACK framework. *Journal of Research on Technology in Education*, 49(3), 228-244. <https://doi.org/10.1080/15391523.2017.1347537>
- Swanson, E., McCulley, L. V., Osman, D. J., Scammacca, N., y Solis, M. (2019). The effect of team-based learning on content knowledge: A meta-analysis. *Active Learning in Higher Education*, 20(1), 39-50. <https://doi.org/10.1177/1469787417731201>
- Tlhoale, M., Suhre, C., y Hofman, A. (2016). Using technology-enhanced, cooperative, group-project learning for student comprehension and academic performance. *European Journal of Engineering Education*, 41(3), 263-278. <https://doi.org/10.1080/03043797.2015.1056102>

- Tokmak, H., Incikabi, L., y Ozgelen, S. (2013). An investigation of change in mathematics, science, and literacy education pre-service teachers' TPACK. *The Asian-Pacific Education Researcher*, 22(1), 407-415. <https://doi.org/10.1007/s40299-012-0040-2>
- Voogt, J., Fisser, P., Pareja Roblin, N., Tondeur, J., y van Braak, J. (2013). Technological pedagogical content knowledge: A review of the literature. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(2), 109-121. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2012.00487.x>
- Yeh, Y. F., Lin, T. C., Hsu, Y. S., Wu, H. K., y Hwang, F. K. (2015). Science teachers' proficiency levels and patterns of TPACK in a practical context. *Journal of Science Education and Technology*, 24(1), 78-90. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9523-7>