

USO DEL MODELO TPACK COMO HERRAMIENTA DE INNOVACIÓN PARA EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN MATEMÁTICAS

USE OF THE TPACK MODEL AS AN INNOVATION TOOL FOR THE TEACHING-LEARNING PROCESS ON MATHEMATICS

Ricardo Adán Salas-Rueda (*)
Universidad La Salle
México

Resumen

Esta investigación analiza el impacto del modelo TPACK durante el diseño de la Unidad Didáctica Lógica de Predicados considerando el uso del software Raptor, los videos YouTube y la red social Facebook. La muestra está compuesta por 49 estudiantes de la Licenciatura en Gestión de Negocios y Tecnologías de Información que cursaron la asignatura Matemáticas Computacionales en la Universidad La Salle, Campus Ciudad de México durante los ciclos escolares 2014 y 2016. Por medio del método ANOVA se evalúa el rendimiento académico del grupo experimental (20 alumnos) y grupo control (29 alumnos). Los resultados obtenidos permiten afirmar que el modelo TPACK representa una alternativa para mejorar el proceso educativo a través de los conocimientos tecnológicos, disciplinares y pedagógicos.

Palabras clave: Educación, aprendizaje, docencia, tecnologías de la información, enseñanza superior.

Abstract

This research analyzes the impact of the TPACK model during the design of the Predicate Logical Didactic Unit considering the use of Raptor software, YouTube videos and the social network Facebook. The sample is composed of 49 students of the Business Management and Information Technology degree who attended the Computational Mathematics course at La Salle University Campus in Mexico City during the 2014 and 2016 school cycles. The ANOVA method evaluates the academic performance of the experimental group (20 students) and control group (29 students). The results obtained allow us to affirm that the TPACK model represents an alternative to improve the educational process through technological, disciplinary and pedagogical knowledge.

Key words: Education, learning, teaching, information technology, higher education.

(*)Autor para correspondencia:

Ricardo Adán Salas-Rueda
Universidad La Salle.
Facultad de Negocios.
Benjamín Franklin 45. Col. Condesa, Del.
Cuauhtémoc. Ciudad de México, México.
Correo de contacto:
ricardo.salas@ulsa.mx

©2010, Perspectiva Educacional
<http://www.perspectivaeducacional.cl>

RECIBIDO: 30 de mayo de 2017
ACEPTADO: 30 de octubre de 2017
DOI: 10.4151/07189729-Vol.57-Iss.2-Art.689

1. Introducción

La Sociedad del Siglo XXI demanda modificar los métodos de enseñanza y aprendizaje a través del uso eficiente de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) (Cárdenas & Oyanedel, 2016; Laine & Nygren, 2016; Yunga-Godoy, Loaiza, Ramón-Jaramillo & Puertas, 2016). De acuerdo con Avello y Marín (2016), “la incorporación de las TIC a la sociedad, y en particular a la educación, ha provocado importantes cambios en la interacción y comunicación entre las personas que aprenden” (p. 687). Incluso, el empleo de estas aplicaciones está adquiriendo un papel fundamental durante la formación de los estudiantes (Navarro, Cuevas & Martínez, 2017; Ruiz, 2016; Said, Valencia & Silveira, 2016; Urueña, 2016).

En la actualidad, el uso de las herramientas digitales educativas en América Latina es limitado (Rodríguez & Sandoval, 2017; Salas, 2018). De hecho, el docente tiene la oportunidad de incorporar la tecnología para organizar las actividades escolares y motivar su uso dentro y fuera del salón de clases (Edwards, 2016; Marcelo, Yot, Murillo & Mayor, 2016; Salas-Rueda, 2016; Sun, 2016). Cabe mencionar que “el profesor universitario necesita de una formación pedagógica general y sobre todo de una formación didáctico-metodológica básica que les permita ejercer la función docente” (Bozu & Muñoz, 2016, p. 487). En particular, el empleo de las TIC en las instituciones de educación superior está propiciando una redefinición del rol de los profesores (Bennett, Agostinho & Lockyer, 2017; Castellanos, Sánchez & Calderero, 2017; Escobedo & Arteaga, 2015; Salas & Vázquez, 2017).

Una de las opciones para lograr mejorar las condiciones educativas es el modelo denominado *Technological, Pedagogical And Content Knowledge* (TPACK), el cual promueve el uso de las herramientas tecnológicas considerando los conocimientos pedagógicos y disciplinares (Cabero, Marín & Castaño, 2015; Lee & Kim, 2014; Okumus, Lewis & Wiebe, 2016; Phillips, 2016; Saudelli & Ciampa, 2016). Es dentro de este marco en el que se ubica la presente investigación, en la que se analiza y evalúa el impacto del modelo TPACK a través del uso del software *Raptor*, la red social *Facebook* y los videos *YouTube* en la Unidad Didáctica Lógica de Predicados.

1.1. Modelo TPACK

TPACK es utilizado por las instituciones educativas para lograr una integración eficiente de las TIC durante la realización del proceso de enseñanza-aprendizaje (Janssen & Lazonder, 2015; Yeh, Lin & Hsu, 2014; Yi, Ying, Hsin & Sung, 2016). Asimismo, este modelo permite comprender e identificar el conocimiento que necesitan los maestros para incorporar la

tecnología en la enseñanza y analizar las prácticas educativas existentes (Gewerc, Pernas & Varela, 2013; Jang & Chang, 2016). Cabe mencionar que las universidades están empezando a utilizar este modelo pedagógico, tecnológico y disciplinar para mejorar la planeación y organización de las actividades escolares (Ching, Yang, Kyun y Baldwin, 2016; Lin, Tsai & Chai, 2013; Maeng, Mulvey & Smetana, 2013; Pringle, Dawson & Ritzhaupt, 2015; Yi et al., 2016).

Kafyulilo, Fisser, Pieters y Voogt (2015) explican que el modelo TPACK está compuesto por tres conocimientos fundamentales: *Technological Knowledge* (TK), *Pedagogical Knowledge* (PK) y *Content Knowledge* (CK). De acuerdo con Roig, Mengual y Quinto (2015), TK se refiere al conocimiento sobre cualquier tipo de tecnología, PK abarca el conocimiento vinculado con los métodos y procesos de enseñanza, mientras que CK se compone del conocimiento de la materia disciplinar. Además, Ching et al. (2016) explican que las relaciones entre estos conocimientos dan origen a: *Technological Pedagogical Knowledge* (TPK), *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) y *Technological Content Knowledge* (TCK). Cabero, Marín y Castaño (2015) mencionan que TPK es el conocimiento de las actividades pedagógicas realizadas por medio de la TIC, PCK se refiere al conocimiento sobre el sujeto, las actividades y las acciones relacionadas con el tema específico y TCK es el conocimiento que permite crear nuevas representaciones de contenidos por medio de la tecnología.

De acuerdo con Jang y Tsai (2012), TPACK tiene un papel fundamental para mejorar las condiciones de enseñanza-aprendizaje en los cursos sobre las matemáticas y la ciencia por medio del uso de la tecnología. Esto podría deberse a que, en particular, TPACK ha incorporado diversas herramientas digitales en las asignaturas vinculadas con el área matemática. Por ejemplo, el uso de presentaciones digitales, videos, dispositivos móviles, hoja de cálculo, calculadoras web y simuladores durante el proceso de enseñanza-aprendizaje (Chai, Koh & Tsai, 2013). Incluso, este modelo pedagógico, tecnológico y disciplinar a través de los pizarrones inteligentes (SMARTboards) propicia el desarrollo de la competencia matemática en los estudiantes (Cabus, Haelermans & Franken, 2017).

Cabe mencionar que TPACK permite crear espacios atractivos e idóneos para la enseñanza, alcanzar los objetivos educativos de las asignaturas y facilitar el proceso de aprendizaje (Heitink, Voogt, Verplanken, Braak & Fisser, 2016). Por ejemplo, el empleo de este modelo y las TIC en las materias de las ciencias provoca un incremento en el rendimiento académico de los universitarios (Chang, Jang & Chen, 2015).

Resulta valioso mencionar que el modelo TPACK permite la incorporación de cualquier tipo

de tecnología en las actividades escolares. Por ejemplo, el uso de las herramientas web 2.0 como Wiki, Blogs, *Facebook* y videos son utilizadas durante la planeación, organización e implementación de las materias vinculadas con el campo de las matemáticas (Chai et al., 2013). Por último, el modelo TPACK representa un medio idóneo para mejorar las condiciones de enseñanza-aprendizaje.

2. Metodología

Esta investigación cuantitativa se realizó en las instalaciones de la Universidad La Salle Campus Ciudad de México durante los ciclos escolares 2016-2 (grupo experimental) y 2014-2 (grupo control). La muestra está compuesta por 49 alumnos de la Licenciatura en Gestión de Negocios y Tecnologías de Información, quienes cursaron la Unidad Didáctica Lógica de Predicados en la asignatura Matemáticas Computacionales (Tabla 1).

Tabla 1

Muestra empleada en esta investigación

N°	Grupo	Curso	Modelo TPACK	Número de alumnos
1	Experimental	2016-2	Sí	20
2	Control	2014-2	No	29

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 2 muestra el Instrumento de Medición N° 1 (examen) empleado en esta investigación para analizar el rendimiento académico de los estudiantes sobre los temas de la Lógica de Predicados.

Tabla 2

Instrumento de Medición N°. 1

Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4
Determina $\forall x(c > x)$ si $x=\{5,7,10\}$	Determina $\forall x(c \neq x)$ si $x=\{6,8,10\}$	Determina $\forall x(c < x)$ si $x=\{2,3,5\}$, $c=\{2,3\}$	Determina $\forall x(c \neq x)$ si $x=\{2,3,5\}$, $c=\{2,4\}$

Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que la aplicación de este Instrumento de Medición se realizó durante la impartición de la Unidad Didáctica Lógica de Predicados correspondientes a los ciclos escolares 2016-2 y 2014-2.

El Instrumento de Medición N° 2 (cuestionario) analiza el impacto del modelo TPACK por medio de la incorporación del software *Raptor*, la red social *Facebook* y los videos *YouTube* en el proceso educativo (Tabla 3).

Tabla 3

Instrumento de Medición N° 2

N°	TIC	Variable	Dimensión
1	Software <i>Raptor</i>	Desarrollo de la competencia matemática	1. Asimilación del conocimiento
			2. Habilidad práctica
			3. Resolución de problemas
		Desarrollo de la competencia informática	1. Asimilación del conocimiento
			2. Habilidad práctica
			3. Capacidad para aprender
Proceso de enseñanza-aprendizaje	1. Trabajo colaborativo		
	2. Contexto práctico		
	3. Motivación		
2	Red social	Proceso de enseñanza-aprendizaje	1. Distribución de la información en Internet
			2. Comunicación en la red por medio de mensajes
			3. Divulgación de opiniones
3	Videos <i>YouTube</i>	Proceso de enseñanza-aprendizaje	1. Acceso a la información
			2. Motivación
			3. Difusión de la información

Fuente: Elaboración propia.

El procedimiento de esta investigación inició con la implementación del modelo TPACK por medio de la construcción de un sitio web para proporcionar a los estudiantes la información de apoyo (videos) sobre el uso del software *Raptor* y distribuir las actividades de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Matemáticas Computacionales.

Posteriormente, los alumnos realizaron las actividades de la Unidad Didáctica Lógica de Predicados a través del software *Raptor* durante 4 semanas. Es importante mencionar que esta aplicación se puede descargar de forma gratuita en la siguiente dirección: <http://raptor.martincarlisle.com/>

Cabe mencionar que esta investigación se apoya en el método ANOVA con los niveles de significancia de 0.05 y 0.01 para aceptar o rechazar las siguientes hipótesis relacionadas

con el rendimiento académico:

- Hipótesis Nula: El modelo TPACK no mejora el rendimiento académico en la Unidad Didáctica Lógica de Predicados.
- Hipótesis Alternativa: El modelo TPACK mejora el rendimiento académico en la Unidad Didáctica Lógica de Predicados.

3. Resultados

3.1. Modelo TPACK

El modelo TPACK es utilizado en la asignatura Matemáticas Computacionales con el propósito de facilitar la incorporación de la tecnología durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. La Tabla 4 presenta las actividades del modelo TPACK sobre la Unidad Didáctica Lógica de Predicados.

Tabla 4

Uso del modelo TPACK

N°	Contenido Disciplinar	Contenido Tecnológico	Contenido Pedagógico	Modelo TPACK
1	Uso de los símbolos de conectiva en la lógica de predicados	<p>Sitio Web</p> <p>Software <i>Raptor</i></p> <p>Videos <i>YouTube</i></p> <p>Red social <i>Facebook</i></p>	<p>1. Identificar el símbolo de conectiva “Negación”</p> <p>2. Identificar el símbolo de conectiva “Y”</p> <p>3. Identificar el símbolo de conectiva “O”</p> <p>4. Identificar el símbolo de conectiva “Implicación”</p> <p>5. Interpretar la relación de los símbolos de conectiva</p>	<p>Durante la Actividad N° 1, el estudiante identificará el uso de los símbolos de conectividad (negación, y, o e implicación) en el campo de la informática a través del uso del software <i>Raptor</i>, los Videos <i>YouTube</i> y la red social <i>Facebook</i>.</p>

2	Uso del cuantificador universal en la lógica de predicados		1. Aplicar el símbolo de conectividad “Negación” junto con el cuantificador universal en la informática	Durante la Actividad N° 2, el estudiante aplicará los símbolos de conectividad (negación, y, o e implicación) junto con el cuantificador universal en el campo de la informática a través del uso del software <i>Raptor</i> , los Videos <i>YouTube</i> y la red social <i>Facebook</i> .
		Sitio Web	2. Aplicar el símbolo de conectividad “Y” junto con el cuantificador universal en el área de la informática	
		Software <i>Raptor</i>	3. Aplicar el símbolo de conectividad “O” junto con el cuantificador universal en el área de la informática	
		Videos <i>YouTube</i>	4. Aplicar el símbolo de conectividad “Implicación” junto con el cuantificador universal en la informática	
3	Uso del cuantificador Existencial en la lógica de predicados		1. Aplicar el símbolo de conectividad “Negación” junto con el cuantificador existencial en la informática	Durante la Actividad N° 3, el estudiante aplicará los símbolos de conectividad (negación, y, o e implicación) junto con el cuantificador Existencial en el campo de la informática a través del uso del software <i>Raptor</i> , los Videos <i>YouTube</i> y la red social <i>Facebook</i> .
		Sitio Web	2. Aplicar el símbolo de conectividad “Y” junto con el cuantificador existencial en el área de la informática	
		Software <i>Raptor</i>	3. Aplicar el símbolo de conectividad “O” junto con el cuantificador existencial en el área de la informática	
		Videos <i>YouTube</i>	4. Aplicar el símbolo de “Implicación” junto con el cuantificador existencial en el área de la informática	
		Red social <i>Facebook</i>		

4	Aplicaciones de la lógica de predicados en la programación	Sitio Web	1. Analizar la utilidad de los símbolos de conectiva	Durante la Actividad N° 4, el estudiante analizará el uso de los símbolos de conectiva junto con los cuantificadores Universal y Existencial en la programación a través del uso del software <i>Raptor</i> , los videos <i>YouTube</i> y la red social <i>Facebook</i> .
		Software <i>Raptor</i>	2. Analizar la utilidad del cuantificador universal en la programación	
		Videos <i>YouTube</i>	3. Analizar la utilidad del cuantificador existencial en la programación	
		Red social <i>Facebook</i>		

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 1 muestra una de las actividades de enseñanza-aprendizaje desarrolladas por medio del modelo TPACK.

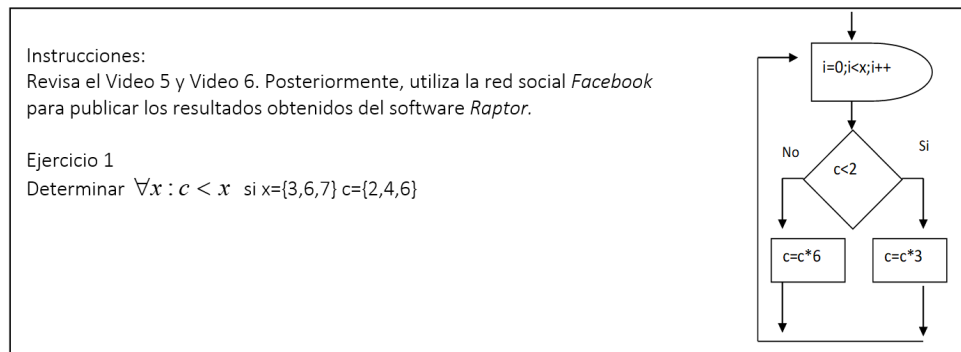


Figura 1. Ejercicio desarrollado a través del Modelo TPACK

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Rendimiento académico

La Tabla 5 presenta los resultados obtenidos por medio del método ANOVA con el nivel de significancia 0.05 correspondiente al Instrumento de Medición N° 1 (examen) sobre el rendimiento académico de los grupos experimental y control.

Tabla 5

Método ANOVA con el nivel de significancia 0.05

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	18.776574 6	1	18.776574 6	8.687465	0.00497528	4.04709976
Dentro de los grupos	101.58301 7	47	2.1613407 9			

Fuente: Elaboración propia.

El método ANOVA con el nivel de significancia 0.05 permite afirmar que el uso del modelo TPACK en la Unidad Didáctica Lógica de Predicados mejora el rendimiento académico de los estudiantes de la Licenciatura en Gestión de Negocios y Tecnologías de Información, es decir, la hipótesis nula es rechazada debido a que el valor F (8.68746598) es mayor que el valor crítico para F (4.04709976).

La Tabla 6 presenta los resultados obtenidos del método ANOVA con el nivel de significancia 0.01 sobre el rendimiento académico de los alumnos que cursan la Licenciatura en Gestión de Negocios y Tecnologías de Información.

Tabla 6

Método ANOVA con el nivel de significancia 0.01

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	18.7765746	1	18.7765746	8.6874659	0.00497528	7.20683882
Dentro de los grupos	101.583017	47	2.16134079			

Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo, el método ANOVA con el nivel de significancia 0.01 indica que el Valor F (8.68746598) es mayor que el Valor crítico para F (7.20683882). Por consiguiente, la hipótesis alternativa es aceptada: el modelo TPACK mejora el rendimiento académico en la Unidad Didáctica Lógica de Predicados.

La Tabla 7 muestra los promedios sobre las calificaciones obtenidos durante la aplicación del Instrumento de Medición N° 1. De hecho, el grupo experimental 2016-2 obtuvo un mejor

rendimiento académico en esta unidad didáctica con un promedio de 8.725 que el grupo control 2014-2 con un promedio de 7.465.

Tabla 7

Resultados del rendimiento académico

No	Grupo	Curso	Alumnos	Promedio	Varianza
1	Experimental	2016-2	20	8.725	3.17039474
2	Control	2014-2	29	7.46551724	1.47662562

Fuente: Elaboración propia.

Jackson (2014) explica que el tamaño del efecto a través de la prueba de Cohen permite identificar la influencia de la variable independiente sobre la variable dependiente: bajo (>0.20), medio (>0.50) y alto (>0.80). Cabe mencionar que esta investigación obtuvo un tamaño de efecto superior al 0.80, es decir, la prueba de Cohen con el valor de 0.826266104 indica que el modelo TPACK influye bastante en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

3.3. Software *Raptor*

A continuación, se presentan los resultados sobre el uso del software *Raptor* en la Unidad Didáctica Lógica de Predicados. La Tabla 8 muestra los resultados obtenidos sobre el desarrollo de la competencia matemática (asimilación del conocimiento, habilidad práctica y resolución de problemas) por medio del software *Raptor*.

Tabla 8

Competencia matemática por medio del software Raptor

Categoría	Asimilación del conocimiento		Habilidad práctica		Resolución de problemas	
	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre
Totalmente	20%	10%	20%	15%	25%	25%
Mucho	15%	40%	15%	40%	10%	30%
Regular	0%	15%	0%	10%	0%	5%
Poco	0%	0%	0%	0%	0%	5%
Nada	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Total	35%	65%	35%	65%	35%	65%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los 20 estudiantes de la Licenciatura en Gestión de Negocios y Tecnolo-

gías de Información, el uso del software *Raptor* mejora la asimilación del conocimiento matemático relacionado con los temas de la Lógica de Predicados. Es decir, 55% de los participantes (Mujer: 15% y Hombre: 40%) se localizan en la categoría *Mucho*. Incluso, 30% de los alumnos consideran que esta aplicación mejora totalmente el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Del mismo modo, la variable Habilidad Práctica presenta resultados favorables sobre el empleo del software *Raptor*. El 90% de los alumnos se encuentran en las categorías Totalmente (35%) y Mucho (55%). Cabe mencionar que la mayor preferencia de los participantes sobre el uso del software *Raptor* para la resolución de problemas se localiza en la categoría Totalmente con el 50% (5 alumnas y 5 alumnos).

La Tabla 9 muestra los coeficientes de correlación correspondientes con las variables Asimilación del conocimiento, Habilidad Práctica y Resolución de Problemas para el campo de las matemáticas.

Tabla 9

Coefficientes de correlación para el desarrollo de la competencia matemática

	Asimilación del conocimiento	Habilidad práctica	Resolución de problemas
Asimilación del conocimiento	1		
Habilidad práctica	0.8906439	1	
Resolución de problemas	0.57439684	0.43093941	1

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, la relación más significativa sobre el desarrollo de la competencia matemática se presenta entre las variables Asimilación del conocimiento y Habilidad Práctica (coeficiente de correlación: 0.890).

La Tabla 10 muestra los resultados obtenidos sobre el desarrollo de la competencia para el área de la informática por medio del software *Raptor*. Las dimensiones de esta variable son asimilación del conocimiento, habilidad práctica y capacidad para aprender.

Tabla 10

Desarrollo de la competencia informática por medio del software Raptor

Categoría	Asimilación del conocimiento		Habilidad práctica		Capacidad para aprender	
	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre
Totalmente	25%	10%	20%	25%	30%	10%
Mucho	10%	40%	10%	40%	5%	45%
Regular	0%	15%	5%	0%	0%	10%
Poco	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nada	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Total	35%	65%	35%	65%	35%	65%

Fuente: Elaboración propia.

El 50% de los participantes (Mujer: 10% y Hombre: 40%) consideran que la utilización del software *Raptor* mejora mucho la asimilación del conocimiento relacionado con la Lógica de Predicados en el área de la informática. Incluso, el instrumento de medición indica que únicamente 15% de los estudiantes está en la categoría Regular.

Resulta importante señalar que 19 alumnos de la asignatura Matemáticas Computacionales (95%) consideran que el empleo del software *Raptor* mejora totalmente (45%) y mucho (50%) el desarrollo de la Habilidad práctica en el campo de la informática (Tabla 10).

Los resultados sobre la Capacidad para aprender por medio del software *Raptor* indican que 50% (10 estudiantes) se localizan en la categoría Mucho y 40% (8 estudiantes) están en la categoría Totalmente. La Tabla 11 muestra los coeficientes de correlación correspondientes a las variables Asimilación del conocimiento, Habilidad práctica y Capacidad para aprender para el área de la informática.

Tabla 11

Coefficientes de correlación para el desarrollo de la competencia informática

	Asimilación del conocimiento	Habilidad práctica	Capacidad para aprender
Asimilación del conocimiento	1		
Habilidad práctica	0.55629391	1	
Capacidad para aprender	0.66777038	0.21426863	1

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, el coeficiente de correlación asociado con el desarrollo de la competencia informática señala que la relación más significativa se presenta entre las variables Asimilación del conocimiento y Capacidad para aprender (0.66777038).

La Tabla 12 muestra los resultados relacionados con el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Unidad Didáctica Lógica de Predicados por medio del software *Raptor*.

Tabla 12

Proceso de enseñanza-aprendizaje por medio del software Raptor

Categoría	Trabajo colaborativo		Contexto práctico		Motivación	
	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre
Totalmente	20%	15%	25%	10%	25%	5%
Mucho	15%	25%	10%	45%	10%	30%
Regular	0%	25%	0%	5%	0%	30%
Poco	0%	0%	0%	5%	0%	0%
Nada	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Total	35%	65%	35%	65%	35%	65%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con 40% de los estudiantes que cursan la Licenciatura en Gestión de Negocios y Tecnologías de Información, el uso del software *Raptor* mejora mucho el trabajo colaborativo sobre la Unidad Didáctica Lógica de Predicados. Sin embargo, 25% (5 alumnos) se ubican en la categoría Regular.

Los resultados de la segunda dimensión sobre la variable Proceso de enseñanza-aprendizaje indican que el 55% de los estudiantes (Mujer: 10% y Hombre: 45%) consideran que el empleo del software *Raptor* mejora mucho la aplicación del contenido teórico en el contexto práctico de la informática (Tabla 12).

Cabe mencionar que 30% de los participantes (5 alumnas y 1 alumno) consideran que el uso del software *Raptor* motiva totalmente el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre los temas de la Lógica de Predicados. Incluso, 40% de los encuestados (8 estudiantes) se ubican en la categoría Mucho.

La Tabla 13 muestra los coeficientes de correlación correspondientes a las variables Trabajo colaborativo, Contexto práctico y Motivación.

Tabla 13

Coefficientes de correlación sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje

	Trabajo colaborativo	Contexto práctico	Motivación
Trabajo colaborativo	1		
Contexto práctico	0.40013618	1	
Motivación	0.84036581	0.60380736	1

Fuente: Elaboración propia.

Por último, el coeficiente de correlación más significativo para el proceso de enseñanza-aprendizaje (0.84036581) proviene de las variables Trabajo colaborativo y Motivación. Asimismo, las dimensiones Contexto práctico y Motivación presentan un valor superior al 0.60 (Tabla 13).

3.4. Red social *facebook*

Otro de los elementos tecnológicos analizados en esta investigación es la red social *facebook*. La Tabla 14 muestra los resultados relacionados con el uso de *Facebook* durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Tabla 14

Proceso de enseñanza-aprendizaje por medio de la red social

Categoría	Distribución de la información en Internet		Comunicación en la red por medio de mensajes		Divulgación de opiniones	
	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre
Totalmente	20%	10%	20%	25%	25%	25%
Mucho	15%	50%	15%	35%	10%	35%
Regular	0%	5%	0%	5%	0%	5%
Poco	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nada	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Total	35%	65%	35%	65%	35%	65%

Fuente: Elaboración propia.

El 65% de los estudiantes de la Licenciatura en Gestión de Negocios y Tecnologías de Información consideran que *Facebook* mejora mucho el aprendizaje por medio de la distribución de la información en Internet. Incluso, 95% de los participantes se ubican en las categorías Totalmente y Mucho.

Del mismo modo, 95% de los alumnos piensan que *Facebook* mejora totalmente (45%) y mucho (50%) el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de la comunicación en la red por medio de los mensajes. Resulta valioso mencionar que 50% de los universitarios (5 alumnas y 5 alumnos) afirman que la red social mejora totalmente el proceso de educativo a través de la divulgación de opiniones.

La Tabla 15 muestra los coeficientes de correlación para la red social: Distribución de la información en Internet, Comunicación en la red por medio de mensajes y Divulgación de opiniones.

Tabla 15

Coefficientes de correlación sobre la red social

	Distribución de la información en Internet	Comunicación en la red por medio de mensajes	Divulgación de opiniones
Distribución de la información en Internet	1		
Comunicación en la red por medio de mensajes	0.47976977	1	
Divulgación de opiniones	0.75139324	0.64003809	1

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 15 indica que la relación más significativa está presente en las dimensiones sobre la Distribución de la información en Internet y Divulgación de opiniones con el coeficiente de correlación 0.75139324. Cabe mencionar que todos los valores del coeficiente de correlación son positivos y superiores al 0.47, por consiguiente, existe una relación significativa entre todas las dimensiones sobre la red social *Facebook*.

3.5. Videos YouTube

Otro de los elementos tecnológicos analizados en esta investigación son los videos YouTube. La Tabla 16 muestra los resultados relacionados con el uso de esta herramienta digital durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Tabla 16

Proceso de enseñanza-aprendizaje por medio de los videos YouTube

Categoría	Acceso a la información		Motivación		Difusión de la información	
	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre
Totalmente	5%	15%	0%	10%	5%	10%
Mucho	15%	30%	25%	30%	20%	45%
Regular	15%	20%	10%	20%	10%	10%
Poco	0%	0%	0%	5%	0%	0%
Nada	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Total	35%	65%	35%	65%	35%	65%

Fuente: Elaboración propia.

El 45% de los estudiantes de la Licenciatura en Gestión de Negocios y Tecnologías de Infor-

mación consideran que el acceso a la información a través de los videos de *YouTube* mejora mucho el aprendizaje. Sin embargo, 35% de los participantes se ubican en la categoría Regular.

Resulta importante señalar que 55% de los universitarios piensan que el uso de los videos de *YouTube* motiva mucho el proceso educativo sobre los temas de la Unidad Didáctica Lógica de Predicados. El 80% de los participantes (5 alumnas y 11 alumnos) afirman que el empleo de los videos de *YouTube* mejora totalmente y mucho el proceso de aprendizaje por medio de la difusión de la información.

La Tabla 17 muestra los coeficientes de correlación para los videos de *YouTube*: Acceso a la información, Motivación y Difusión de la información.

Tabla 17

Coefficientes de correlación sobre los videos YouTube

	Acceso a la información	Motivación	Difusión de la información
Acceso a la información	1		
Motivación	0.00963993	1	
Difusión de la información	0.44961635	0.55821997	1

Fuente: Elaboración propia.

La relación más significativa sobre el uso de los videos de *YouTube* en el proceso educativo se presenta entre las variables Motivación y Difusión de la información con el coeficiente de correlación 0.55821997. Asimismo, la Tabla 17 indica que no existe relación entre las dimensiones Motivación y Acceso a la información.

4. Discusión

En la presente investigación se tuvo como objetivo analizar el impacto del modelo TPACK durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. De hecho, TPACK permite a los docentes diseñar, organizar e implementar innovadoras experiencias educativas en el nivel superior por medio del conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar. Por consiguiente, este estudio comparte las ideas planteadas por Janssen y Lazonder (2015), Yeh et al. (2014) y Yi et al. (2016) sobre la eficiencia de este modelo durante la incorporación de las TIC en el proceso educativo.

Los resultados obtenidos en esta investigación cuantitativa son favorables, es decir, TPACK por medio del software *Raptor*, la red social *Facebook* y los videos de *YouTube* mejoran el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Unidad Didáctica Lógica de Predicados. Por consiguiente, este estudio confirma los planteamientos de Heitink et al. (2016) sobre el impacto positivo de este modelo pedagógico y tecnológico en el campo de las matemáticas.

Asimismo, esta investigación, al igual que Cabus et al. (2017), reafirma que TPACK permite el desarrollo de las competencias matemáticas. En particular, el grupo experimental de la asignatura Matemáticas Computacionales obtuvo un mejor rendimiento académico que el grupo control durante la realización del examen correspondiente a la Unidad Didáctica Lógica de Predicados. De hecho, este estudio obtuvo resultados favorables para la competencia matemática por medio del software *Raptor* al presentar en cada una de las dimensiones Asimilación del conocimiento, Habilidad práctica y Resolución de problemas un valor superior al 85% de los participantes distribuidos en las categorías Totalmente y Mucho.

Incluso, el software *Raptor* permite el desarrollo de la competencia informática en los estudiantes de la Licenciatura en Gestión de Negocios y Tecnologías de Información debido a que las dimensiones sobre la Asimilación del conocimiento, Habilidad práctica y Capacidad para aprender presentan un valor superior al 85% distribuidos en las categorías Totalmente y Mucho.

Por otro lado, esta investigación confirma que el uso de las herramientas web 2.0 en el modelo TPACK propuesto por Chai et al. (2013) facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje. En particular, el empleo de la red social *Facebook* como medio de Distribución de la información en Internet, Comunicación en la red por medio de mensajes y Divulgación de opiniones obtuvo resultados favorables al presentar que 95% de los universitarios están localizados en las categorías Totalmente y Mucho.

Del mismo modo, los alumnos (65%) consideran que los videos de *YouTube* facilitan totalmente y mucho el proceso de enseñanza sobre la Lógica de Predicados por medio del Acceso a la información, Motivación y Difusión de los contenidos.

Por último, esta investigación confirma las opiniones de Heitink et al. (2016) relacionadas con que el modelo TPACK permite crear espacios atractivos e idóneos para la enseñanza. En particular, los conocimientos tecnológicos, disciplinares y pedagógicos mejoran el proceso de enseñanza-aprendizaje y facilitan el desarrollo de las competencias en los universitarios.

5. Conclusiones

La innovación y creatividad son elementos fundamentales para mejorar el proceso educativo en el Siglo XXI. En particular, esta investigación propone la implementación del modelo TPACK por medio de la incorporación del software *Raptor*, los videos de *YouTube* y la red social *Facebook* en las actividades escolares de la asignatura Matemáticas Computacionales.

Los resultados obtenidos a través del método ANOVA permiten afirmar que el modelo TPACK apoya a los maestros durante la exploración y selección de las herramientas digitales idóneas para el desarrollo de las competencias en los estudiantes. De hecho, el grupo experimental de esta investigación presenta un mayor rendimiento académico que el grupo control en la Unidad Didáctica Lógica de Predicados.

Cabe mencionar que el uso del software *Raptor* permite el desarrollo de las competencias matemática e informática en los estudiantes de la Licenciatura en Gestión de Negocios y Tecnologías de Información. Asimismo, la red social *Facebook* facilita la distribución de la información en Internet, comunicación en la red por medio de mensajes y divulgación de opiniones. Incluso, los videos de *YouTube* facilitan la construcción de experiencias educativas creativas al permitir el acceso y la difusión de la información. Los futuros trabajos sobre el modelo TPACK pueden incluir la incorporación de las redes sociales como Twitter y Google Plus en el proceso de enseñanza-aprendizaje y el diseño de videos personalizados.

Por último, el modelo TPACK es una alternativa pedagógica y tecnológica que las instituciones educativas junto con los maestros deben considerar durante la planificación y organización de las materias con la finalidad de mejorar la enseñanza y el aprendizaje. De hecho, esta investigación propone el uso del modelo TPACK para incorporar el software *Raptor*, la red social *Facebook* y los videos de *YouTube* durante el proceso educativo.

Agradecimientos

Se agradece a la Universidad La Salle Campus Ciudad de México y a la Facultad de Negocios por el apoyo proporcionado al Grupo de Investigación + Desarrollo + innovación (GI+D+i): “Sistemas Usables Educativos” por medio del Proyecto EDU-04/16: Diseño e implementación de Sistemas Web educativos usables.

6. Referencias bibliográficas

- Avello, R. & Marín, V. I. (2016). La necesaria formación de los docentes en aprendizaje colaborativo. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 20(2), 687-713. Recuperado de <https://recyt.fecyt.es/index.php/profesorado/article/view/54603>
- Bennett, S., Agostinho, S. & Lockyer, L. (2017). The process of designing for learning: understanding university teachers' design work. *Educational Technology Research and Development*, 65(1), 125-145. Doi: 10.1007/s11423-016-9469-y
- Bozu, Z. & Muñoz, F. I. (2016). La formación docente en momentos de cambios: ¿Qué nos dicen los profesores principiantes universitarios? *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 20(2), 467-492. Recuperado de <https://recyt.fecyt.es/index.php/profesorado/article/view/54607>
- Cabero, J., Marín, V. & Castaño, C. (2015). Validación de la aplicación del modelo TPACK para la formación del profesorado en TIC. *Revista d'innovació educativa*, 14, 13-22. Recuperado de <https://ojs.uv.es/index.php/attic/article/view/4001>
- Cabus, S. J., Haelermans, C. & Franken, S. (2017), SMART in Mathematics? Exploring the effects of in-class-level differentiation using SMARTboard on math proficiency. *British Journal of Educational Technology*, 48, 145-161. Doi: 10.1111/bjet.12350
- Cárdenas, M. & Oyanedel, M. (2016). Teachers' implicit theories and use of ICTs in the language classroom. *Technology, Pedagogy and Education*, 25(2), 207-225. Doi: 10.1080/1475939X.2014.988745
- Castellanos, A., Sánchez, C. & Calderero, J. F. (2017). Nuevos modelos tecnopedagógicos. Competencia digital de los alumnos universitarios. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19(1), 1-9. Recuperado de <http://redie.uabc.mx/redie/article/view/1148>
- Chai, C. S., Koh, J. H. & Tsai, C. C. (2013). A Review of Technological Pedagogical Content Knowledge. *Educational Technology & Society*, 16(2), 31-51. Doi: 10.1.1.299.6205&rep=rep1&type=pdf
- Chang, Y., Jang, S. & Chen, Y. (2015). Assessing university students' perceptions of their Physics instructors' TPACK development in two contexts. *British Journal of Educational Technology*, 46, 1236-1249. Doi: 10.1111/bjet.12192
- Ching, Y. H., Yang, D., Kyun Baek, Y. & Baldwin, S. (2016). Enhancing Graduate Students' Reflection in E-portfolios Using the TPACK Framework. *Australasian Journal of Educational Technology*, 32(5). Doi: 10.14742/ajet.2830
- Edwards, S. (2016). New concepts of play and the problem of technology, digital media and popular-culture integration with play-based learning in early childhood education. *Technology, Pedagogy and Education*, 25(4), 513-532. Doi: 10.1080/1475939X.2015.1108929

- Escobedo, C. A. & Arteaga Viveros, E. A. (2015). Evaluación de los estudiantes y docentes sobre las Tecnologías de Información y Comunicación en los procesos de enseñanza-aprendizaje: una mirada desde la carrera de Sociología de la UC Temuco. Un estudio de caso. *Digital Education*, 28, 102-122. Recuperado de <http://revistes.ub.edu/index.php/der/article/view/11928>
- Gewerc, A., Pernas, E. & Varela, J. (2013). Conocimiento tecnológico-didáctico del contenido en la enseñanza de Ingeniería Informática: un estudio de caso colaborativo con la perspectiva del docente y los investigadores. *Revista de Docencia Universitaria*, 11, 349-374. Doi: 10.4995/redu.2013.5560
- Heitink, M., Voogt, J., Verplanken, L., Braak, J. & Fisser, P. (2016). Teachers' professional reasoning about their pedagogical use of technology. *Computers & Education*, 101, 70-83. Doi: 10.1016/j.compedu.2016.059
- Jackson, S. L. (2014). *Research Methods: A Modular Approach*. Estados Unidos: Cengage Learning.
- Jang, S. J. & Chang, Y. (2016). Exploring the technological pedagogical and content knowledge (TPACK) of Taiwanese university physics instructors. *Australasian Journal of Educational Technology*, 32(1), 107-122. Doi: 10.14742/ajet.2289
- Jang, S. J. & Tsai, M. F. (2012). Exploring the TPACK of Taiwanese elementary mathematics and science teachers with respect to use of interactive whiteboards. *Computers & Education*, 59(2), 327-338. Doi: 10.1016/j.compedu.2012.023
- Janssen, N. & Lazonder, A. W. (2015). Implementing Innovative Technologies Through Lesson Plans: What Kind of Support Do Teachers Prefer? *Journal of Science Education and Technology*, 24(6), 910-920. Doi: 10.1007/s10956-015-9573-5
- Kafyulilo, A., Fisser, P., Pieters, J. & Voogt, J. (2015). ICT Use in Science and Mathematics Teacher Education in Tanzania: Developing Technological Pedagogical Content Knowledge. *Australasian Journal of Educational Technology*, 31(4), 381-399. Doi: 10.14742/ajet.1240
- Laine, T. H. & Nygren, E. (2016). Active and passive technology integration: a novel approach for managing technology's influence on learning experiences in context-aware learning spaces. *Technology, Pedagogy and Education*, 25(1), 19-37. Doi: 10.1080/1475939X.2014.945475
- Lee, C. J. & Kim, C. (2014). An implementation study of a TPACK-based instructional design model in a technology integration course. *Educational Technology Research and Development*, 62(4), 437-460. Doi: 10.1007/s11423-014-9335-8
- Lin, T. C., Tsai, C. C. & Chai, C. S. (2013). Identifying Science Teachers' Perceptions of Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK). *Journal of Science Education and Technology*, 22(3), 325-336. Doi: 10.1007/s10956-012-9396-6

- Maeng, J. L., Mulvey, B. K. & Smetana, L. K. (2013). Preservice Teachers' TPACK: Using Technology to Support Inquiry Instruction. *Journal of Science Education and Technology*, 22(6), 838-857. Doi: 10.1007/s10956-013-9434-z
- Marcelo, C., Yot, C., Murillo, P. & Mayor, C. (2016). Actividades de aprendizaje con tecnologías en la universidad. ¿Qué uso hacen los profesores? *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 20(2), 283-312. Recuperado de <https://recyt.fecyt.es/index.php/profesorado/article/view/54614>
- Navarro, L. A., Cuevas, O. & Martínez, J. (2017). Meta-análisis sobre educación vía TIC en México y América Latina. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19(1), 10-20. Recuperado de <http://redie.uabc.mx/redie/article/view/1217>
- Okumus, S., Lewis, L. & Wiebe, E. (2016). Utility and usability as factors influencing teacher decisions about software integration. *Educational Technology Research and Development*, 64(6), 1227-1249. Doi: 10.1007/s11423-016-9455-4
- Phillips, M. (2016). Re-contextualising TPACK: exploring teachers' (non-)use of digital technologies. *Technology, Pedagogy and Education*, 25(5), 555-571. Doi: 10.1080/1475939X.2015.1124803
- Pringle, R. M., Dawson, K. & Ritzhaupt, A. D. (2015). Integrating Science and Technology: Using Technological Pedagogical Content Knowledge as a Framework to Study the Practices of Science Teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 24(5), 648-662. Doi: 10.1007/s10956-015-9553-9
- Rodríguez, C. & Sandoval, D. (2017). Estratificación digital: acceso y usos de las TIC en la población escolar de Chile. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19(1), 21-34. Doi: 10.24320/redie.2017.19.1.902
- Roig, R., Mengual, S. & Quinto, P. (2015). Conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares del profesorado de Primaria. *Comunicar*, 45, 151-159. Doi: 10.3916/C45-2015-16
- Ruiz, M. (2016). Análisis pedagógico de la docencia en educación a distancia. *Perfiles educativos*, 154, 76-96. Recuperado de http://www.iisue.unam.mx/perfiles/perfiles_articulo.php?clave=2016-154-76-96
- Said, E., Valencia, J. & Silveira, A. (2016). Factores determinantes del aprovechamiento de las TIC en docentes de educación básica en Brasil. *Perfiles educativos*, 151, 71-85. Recuperado de http://www.iisue.unam.mx/perfiles/perfiles_articulo.php?clave=2016-151-71-85
- Salas-Rueda, R. A. (2018). Uso del servicio en la nube GeoGebra durante el proceso enseñanza-aprendizaje sobre las matemáticas. *Revista iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo*, 8, 23-52. Doi: 10.23913/ride.v8i16.331
- Salas-Rueda, R. A. & Vázquez Estupiñán, J. J. (2017). Aplicación en la nube Lucidchart:

¿herramienta necesaria para la innovación del proceso educativo en el siglo XXI?

Revista de Comunicación de la SEECI, 44, 115-126. Doi: 10.15198/seeci.2017.44.115-126

Salas-Rueda, R. A. (2016). *Diseño y análisis de un sistema web educativo considerando los estilos de aprendizaje*. España: 3Ciencias

Saudelli, M. G. & Ciampa, K. (2016). Exploring the role of TPACK and teacher self-efficacy: an ethnographic case study of three iPad language arts classes. *Technology, Pedagogy and Education*, 25(2), 227-247. Doi: 10.1080/1475939X.2014.979865

Sun, S. Y. (2016). Learntime and learning place-focused forward-oriented design for learning in technology-enhanced classrooms. *Distance Education*, 37(3), 349-365. Doi: 10.1080/01587919.2016.1233051

Urueña, S. (2016). Dimensiones de la inclusión de las TIC en el currículo educativo: una aproximación teórica. *Teoría de la Educación*, 28(1), 209-223. Doi: 10.14201/teoredu2016281209223

Yeh, Y. F., Lin, T. C. & Hsu, Y. S. (2014). Science Teachers' Proficiency Levels and Patterns of TPACK in a Practical Context. *Journal of Science Education and Technology*, 24(1), 78-90. Doi: 10.1007/s10956-014-9523-7

Yi, Y., Ying, H., Hsin, W. & Sung, C. (2016). Exploring the structure of TPACK with video-embedded and discipline-focused assessments. *Computers & Education*, 104, 49-64. Doi: 10.1016/j.compedu.2016.106

Yunga-Godoy, D., Loaiza, M. I., Ramón-Jaramillo, L. N. & Puertas, L. (2016). Enfoques de la Enseñanza en Educación Universitaria: Una exploración desde la perspectiva Latinoamericana. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 20(2), 313-333. Recuperado de <https://recyt.fecyt.es/index.php/profesorado/article/view/54600>