

LA PRODUCCIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE EN REALIDAD AUMENTADA POR ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

*Grado de aceptación de esta tecnología y motivación para su uso**

JULIO BARROSO-OSUNA / JULIO CABERO-ALMENARA / JUAN-JESÚS GUTIÉRREZ-CASTILLO

Resumen:

Este estudio analiza el grado de aceptación tecnológica y la motivación que despiertan en estudiantes universitarios los objetos de Realidad Aumentada (RA); específicamente si esos objetos son generados por los propios alumnos o si utilizan los ya producidos. La investigación se llevó a cabo con estudiantes que cursaban las asignaturas de Tecnología educativa y TIC aplicadas a la educación del grado de Educación Infantil y Primaria de las facultades de Ciencias de la Educación de las universidades de Sevilla y Huelva (España). Para el análisis de la motivación se utilizó el Instructional Material Motivational Survey y para el diagnóstico de la aceptación de la tecnología, el Modelo de Aceptación Tecnológica. Los resultados mostraron que el uso de la RA en la enseñanza universitaria ha despertado un alto grado de aceptación y motivación

Abstract:

This study analyzes the degree of technological acceptance and motivation that university students experience through objects of augmented reality, specifically if students generate these objects or if they use previously produced objects. The research focused on students who were taking courses in educational technology and ICT applied to education, in the undergraduate program of Early Childhood Education in the School of Educational Science at the universities of Seville and Huelva (Spain). To analyze motivation, the Instructional Material Motivational Survey was used, and to diagnose the acceptance of technology, the Model of Technological Acceptance. The results showed that the use of augmented reality in university teaching has led to a high degree of acceptance and motivation.

Palabras clave: tecnologías de la información y de la comunicación; realidad virtual; integración curricular; estrategia de aprendizaje; motivación.

Keywords: information and communication technologies; virtual reality; curricular integration; learning strategy; motivation.

Julio Barroso-Osuna, Julio Cabero-Almenara y Juan-Jesús Gutiérrez-Castillo: investigadores de la Universidad de Sevilla, Facultad de Ciencias de la Educación, Departamento de Didáctica y Organización Educativa. Pirotecnia s/n, 41014, Sevilla, España. CE: jbarroso@us.es, cabero@us.es, jjesusgc@us.es

* El presente trabajo se enmarca dentro de un Proyecto I+D, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España, denominado: "Realidad aumentada para aumentar la formación. Diseño, producción y evaluación de programas de realidad aumentada para la formación universitaria" (EDU-5746-P-Proyecto Rafodiun).

Introducción

La Realidad Aumentada (RA) (*Augmented Reality*) se está convirtiendo en una tecnología emergente con grandes posibilidades para su uso educativo (Bacca *et al.*, 2014; Tecnológico de Monterrey, 2017; Johnson y Adams, 2016; Cabero y Barroso, 2016; Cabero y García, 2016), permitiendo la combinación de información digital y física en tiempo real por medio de distintos soportes tecnológicos como las tabletas o los teléfonos inteligentes, para crear una nueva realidad.

Esta integración se puede llevar a cabo en diferentes niveles, que van desde la utilización de los códigos QR, el uso de imágenes, la utilización de objetos en tercera dimensión, la movilización de coordenadas mediante GPS o huellas termales (Cabero y García, 2016). Como señalan diversos autores (Wu, Wen-Yu, Chang y Liang, 2013; Jeřábek, Rambousek y Wildová, 2014; Barba, Yasaca y Manosalvas, 2015; Jamali, Fairuz, Wai y Oskam, 2015; Han, Jo, Hyun y So, 2015; Prendes, 2015; Santos *et al.*, 2016), el formato RA permite a los estudiantes diferentes posibilidades como eliminar lo que pueda entorpecer la captación de la información significativa, aumentar o enriquecer la información de la realidad para hacerla más comprensible, observar un objeto desde distintos puntos de vista seleccionando el alumno el momento y posición de observación, potenciar el aprendizaje ubicuo, crear escenarios “artificiales” seguros como los laboratorios o simuladores, enriquecer los materiales impresos con información adicional en diferentes soportes, y convertir a los alumnos en “proconsumidores” de objetos de aprendizaje. Además debemos agregar que puede servir para diferentes disciplinas y en distintos niveles educativos (Bressler y Bodzin, 2013; Cabero y García, 2016), aunque se debe reconocer que es en la formación universitaria donde se utiliza con mayor frecuencia (Lin *et al.*, 2013).

Aunque las investigaciones realizadas sobre el tema son limitadas, se han puesto de manifiesto algunos aspectos; por ejemplo, que los alumnos muestran actitudes favorables hacia la RA y su utilización aumenta la motivación hacia el aprendizaje (Bressler y Bodzin, 2013; Di Serio, Ibáñez y Delgado, 2013); favorece la creación de un contexto constructivista de formación (Chen y Tsai, 2012; Wojciechowski y Cellary, 2013); propicia un entorno activo de enseñanza (Fombona, Pascual y Madeira, 2012); despierta un elevado grado de satisfacción en los alumnos (Han *et al.*, 2015; Kim, Hwang y Zo, 2016), y mejora los resultados de aprendizajes (Chang, Wu y Hsu, 2013).

La producción de recursos audiovisuales por parte de los alumnos tiene cierto arraigo en el ámbito educativo; así, han sido tradicionales las investigaciones sobre la producción de videomensajes, en las que se utilizaban las posibilidades de esta tecnología –y los lenguajes que se movilizaban en ella– como instrumentos de conocimientos de la realidad que les circundaba (López-Arenas y Cabero, 1990; Ausín, Abella, Delgado y Hortigüela, 2016). A estas experiencias con la tecnología videográfica, han seguido otras como la multimedia (Cabero y Márquez, 2001); los blog, videoblog y audioblog (Lorenzo, Trujillo, Lorenzo y Pérez, 2011); producción de noticias informativas mediante dispositivos móviles (Andueza y Pérez, 2014) y de programas radiofónicos (Sevillano, 2009), o elaboración de documentos polimedia para la presentación de contenidos en los estudiantes universitarios (Cabero y Gutiérrez, 2015).

Estas innovaciones ponen de manifiesto que cuando los alumnos se convierten en productores de mensajes se encuentran más satisfechos con la acción formativa, más motivados, adquieren los contenidos y capacidades previstas y adoptan conocimientos respecto de la tecnología con la que trabajaron.

Son pocos los estudios donde los alumnos se han convertido en productores de objetos en RA. Creemos que ello se debe a una serie de motivos que van desde la novedad de la tecnología, la necesidad de contar con recursos específicos para su desarrollo, la formación que los docentes suelen tener respecto de esta tecnología concreta hasta las pocas experiencias educativas realizadas donde los alumnos se convierten en emisores de mensajes mediados.

La adopción y la motivación hacia el uso de las tecnologías

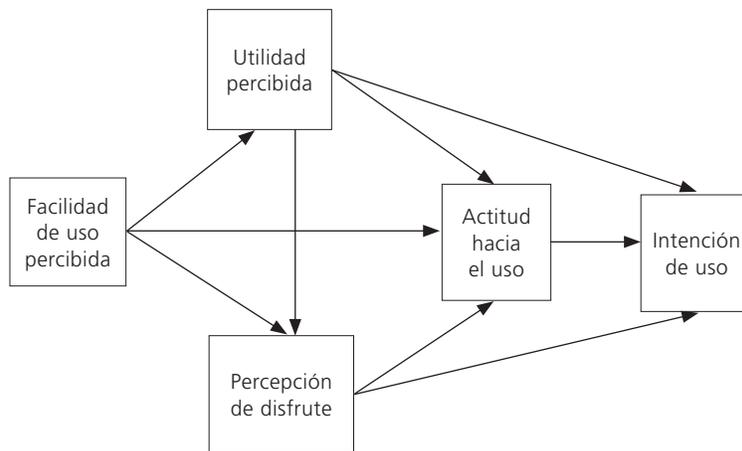
La utilización de cualquier tecnología por una persona está determinada por diferentes variables; al respecto, Davis (1989) sugiere que una de ellas son las creencias que se tengan sobre las consecuencias de su utilización, formulando bajo esta idea el modelo de aceptación de la tecnología (TAM, por sus siglas en inglés, *Technology Acceptance Model*).

El modelo en su formato original sugiere que la actitud o predisposición que tengamos respecto de la intención de uso de una tecnología está determinado por dos variables: la utilidad percibida (*Perceived Usefulness*) y la facilidad de uso percibida (*Perceived Ease of Use*). Siendo la primera una motivación extrínseca al usuario y definida por el autor del modelo

como “la probabilidad subjetiva de una persona de que, al usar un determinado sistema, mejorará su actuación en el trabajo” (Davis, 1989:320), y la segunda el “grado por el que una persona cree que usar un determinado sistema estará libre de esfuerzo” (Davis, 1989:320).

En la figura 1 presentamos el modelo TAM que utilizamos en esta investigación, apoyándonos en la propuesta formulada por Davis (1989).

FIGURA 1
Modelo TAM



Fuente: Davis (1989).

Algunas variables están dirigidas por determinadas influencias como el tipo de usuario, género, edad, experiencia en el manejo de tecnologías, nivel de formación y profesional, tendencia personal hacia la innovación (Teo y Noyes, 2011; Hsiao y Yang, 2011; Kumar y Kumar, 2013; Arenas, Peral y Ramón, 2014). Variables que se presentan como predictoras donde se ha aplicado el modelo TAM.

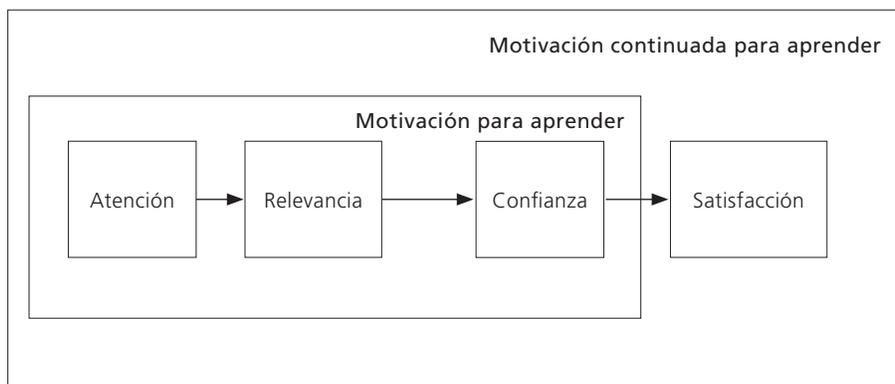
Diferentes investigaciones y metaanálisis efectuados (López-Bonilla y López-Bonilla, 2011) ponen claramente de manifiesto que es un modelo válido y robusto para explicar la intención del uso de cualquier entorno tecnológico. Algunas de ellas pueden verse reflejadas en estudios sobre: portafolios (Wai-tsz *et al.*, 2014), bibliotecas virtuales (Chen y Chengalur, 2015), *ebook* (Jin, 2014), *e-learning* (Persico, Manca y Pozz, 2014; Mohammadi, 2015), computación en nubes (Jou y Wang, 2013), comunidades virtuales (Liu *et al.*,

2010), plataformas de teleformación (Alharbi y Drew, 2014), Youtube (Lee y Lehto, 2013), videojuegos (Cheng, Lou, Kuo y Shih, 2013) o redes sociales (Lorenzo, Alarcón y Gómez, 2011). Cabe señalar que por lo que se refiere a la RA, pocos han sido los estudios realizados, aunque nos encontramos con de Wojciechowski y Cellary (2013) y Kim, Hwang y Zo (2016).

Respecto de la otra variable que contemplaremos en nuestro estudio, la motivación para el uso de una tecnología específica, es preciso señalar que para Keller (1987) es una magnitud que direcciona la conducta e implica (figura 2):

[...] la elección que la persona hace en cuanto a lo que experimenta o las metas a las que se acercará o evitará, y el grado del esfuerzo que va a ejercer en ese aspecto. La motivación está influenciada por miradas internas y características externas. Las personas responden a su contexto sobre las bases de reflexiones internas, impulsos, percepciones y metas, y sobre la base percibida y oportunidades reales, y el refuerzo del contexto externo (Keller, 1987:389).

FIGURA 2
Modelo de ARCS de Keller



Fuente: Keller (1987).

Por su parte, Cheng y Yeh (2009) refieren a la motivación como un estado interno o condición que nos despierta a la acción, dirige y persiste en nuestro comportamiento, y nos involucra en ciertas actividades, que en el contexto de aula se dirigen a “experiencias subjetivas, encaminadas a la

buena disposición de los estudiantes a participar en actividades de clase y sus razones para hacerlo” (Cheng y Yeh, 2009:597).

A lo largo de diferentes trabajos, Keller (1983, 1987, 2008, 2010) ha formulado su modelo ARCS (atención, relevancia, confianza y satisfacción) de la motivación aplicada al diseño instruccional, a través del cual señala que en esos contextos la motivación está determinada por la interacción de cuatro dimensiones: A, R, C, y S. Para Keller (2010) la categoría de la atención incluye características humanas como el reflejo, la orientación, la curiosidad y la búsqueda de sensaciones; la relevancia se refiere a aquellas cuestiones que la persona percibe como un instrumento para satisfacer las necesidades y la satisfacción personal, supone el cumplimiento de los objetivos; la confianza que –como señala el propio autor– es un concepto complejo que abarca varios constructos motivacionales, que van desde aquellos que explican las percepciones de control personal y la esperanza para el éxito estando en el extremo opuesto la impotencia; y siendo el paso final en el proceso motivacional, el crear satisfacción por lo que se continuará la motivación para aprender.

El modelo formulado por Keller (2008) nos sugiere que la motivación que una persona tiene para aprender estará determinada por su atención, los motivos o relevancia que tenga para aprender y su esperanza de éxito o confianza, lo que le llevará a movilizar un esfuerzo intencional para alcanzar una meta. Por otra parte, las:

[...] influencias ambientales tales como el entusiasmo y los valores sociales del maestro, la calidad de la instrucción, la claridad de expectativas, y la disponibilidad de recursos; también influirán plenamente en el rendimiento y grado de cumplimiento, lo que lo hará también ser influenciados por los propios conocimientos, capacidad y habilidades (Keller, 2008:82).

Por tanto, la base en la que se apoya es que si la estrategia de la instrucción se percibe como útil para la realización de las metas y es por tanto importante para el estudiante, entonces es probable que él aprenda los contenidos y adquiera las competencias previstas en el plan de instrucción.

El modelo de Keller que –como señalan Loorbach, Peters, Karreman y Steehouder (2015)– fue inicialmente pensado para analizar la motivación del estudiante en un escenario clásico o presencial de enseñanza, se ha

extendido para su utilización en contextos mediáticos como la enseñanza asistida por ordenador, la educación a distancia y la formación virtual.

Para el análisis de su modelo, Keller (1983, 2010) elaboró el cuestionario de motivación hacia materiales de enseñanza (IMMS, por sus siglas en inglés: *Instructional Material Motivational Survey*). Ha sido aplicado en estudios para indagar el grado de motivación que despiertan diferentes medios: videojuegos (Proske, Roscoe y McNamara, 2014), la incorporación de video en sesiones de formación en *e-learning* (Che, 2012), *podcast* (Bolliger, Supanakorn y Boggs, 2010) o la utilización de MOOC (Castaño, Maiz y Garay, 2015). También se ha utilizado para conocer el grado de motivación que los objetos de RA despiertan en los alumnos (Di Serio, Ibáñez y Delgado, 2013; Lu y Ying-Chieh, 2014; Wei, Weng, Liu y Wang, 2015).

Justificamos la utilización de ambas variables en nuestra investigación porque creemos que la intención de uso e incorporación de una tecnología por el estudiante vendrá marcada por la motivación que el sujeto despierte hacia esa tecnología, o que la tecnología le despierte al sujeto y, por tanto, por la intención que tenga para aceptarla.

Método

Objetivos de la investigación

La investigación se llevó a cabo durante el curso académico 2016-17, pretendiendo alcanzar los siguientes objetivos:

- conocer el grado de aceptación tecnológica y de motivación que la utilización de la RA despertaba en estudiantes universitarios, y
- analizar si existían diferencias significativas en el grado de aceptación tecnológica y de motivación que la utilización de la RA despertaba en estudiantes universitarios, cuando utilizaban objetos ya producidos o cuando se convertían en productores de los mismos.

Muestra

La muestra seleccionada quedó configurada por un total de 805 estudiantes universitarios que cursaban las asignaturas de Tecnología educativa y TIC aplicadas a la educación, durante el curso académico 2016-17 en los grados de Educación Infantil y Primaria de las facultades de Ciencias de la Educación de las universidades de Sevilla y Huelva (España).

Entre los datos más representativos encontramos que 58% (467) de los participantes cursaban sus estudios en la Universidad de Sevilla y 42% (338), en la Universidad de Huelva. Respecto del género, la muestra se distribuyó con un 80% (644) de mujeres y 20% (161) de hombres. En cuanto a su edad, la media se situaba en 21 años, encontrándose 80.86% de la muestra en el intervalo de edad entre 18-22 años. En referencia a la titulación, 62.7% (505 estudiantes) cursaba el grado de Educación infantil y el 37.3% (300) restante, el de Educación primaria.

El número de participantes varió en función de las dos formas de utilización de los objetos de aprendizaje en RA que se contrastaban y del instrumento que cumplimentaron. En concreto, se formaron cuatro grupos experimentales tal como se presenta en la tabla 1. La asignación de los estudiantes a los diferentes grupos fue realizada al azar, respetando el criterio de grupo-clase.

TABLA 1
Participantes en la investigación

	Experiencia I: utilización de objetos en RA	Experiencia II: producción de objetos en RA	Total
Aceptación de la tecnología	274	138	412
Motivación	298	95	393
Total	572	233	805

Descripción de la experiencia realizada

Nuestro proyecto se enmarca dentro del identificado por Sans (2004) como diseño de solo posttest, pues los datos se recogieron una vez realizada la experiencia por parte de los estudiantes se desarrollaron dos experiencias de interacción con la tecnología de RA:

- Estrategia I: utilización de objetos en RA. Trabajaron con objetos de aprendizaje elaborados por miembros del equipo de investigación y por tanto la tecnología era adoptada como transmisora de información y los alumnos percibidos como consumidores de la misma.

- Estrategia II: producción de objetos en RA. Elaboraron en grupos objetos en RA, siendo la tecnología adoptada como instrumento de conocimiento, desempeñando el papel de productores de objetos en RA.

En la estrategia I, los objetos que se produjeron versaron sobre “los roles de utilización didáctica del video” y “el proceso de diseño, producción y evaluación de TIC aplicadas en la enseñanza”. En la web del proyecto Rafodiun (<http://intra.sav.us.es/proyectorafodiun/>) pueden observarse las características de los objetos y los contenidos que se trataban. El procedimiento seguido con cada uno de los dos objetos se estableció en tres fases:

- Explicación del funcionamiento de los objetos, utilización de la RA y la app para instalarla en sus dispositivos móviles.
- Durante dos semanas los estudiantes trabajaron de forma individual con los objetos.
- En la última fase se administraron los instrumentos de diagnóstico de la “adopción de la tecnología” o de la “motivación”.

El abordaje de la estrategia II se llevó a cabo a través seis sesiones de 90 minutos cada una, donde se pretendía que los alumnos comprendieran desde el concepto de RA hasta el funcionamiento técnico de diferentes programas de producción de objetos, finalizando con la generación de alguno de ellos. En concreto las actividades realizadas en las diferentes sesiones fueron:

- La RA y sus bases teóricas.
- Explicación del funcionamiento de los programas Augment y Aurasma y su aplicación práctica.
- Explicación de los programas Quiver y Chromville para la producción de objetos en RA.
- Creación de objetos de aprendizaje basados en RA, presentación al grupo de los diferentes objetos de aprendizaje producidos y diagnóstico de la “adopción de la tecnología” o de la “motivación”.

Instrumentos de recogida de información

El instrumento utilizado para el análisis de la motivación en los estudiantes sobre la utilización educativa de objetos elaborados de RA fue el IMMS, elaborado por Keller (2010) y compuesto por un total de 35 ítems (12

dirigidos para atención, 9 para confianza, 5 para satisfacción y 9 para relevancia), con construcción tipo Likert, y siete opciones de respuesta, desde 1= extremadamente improbable a 7= extremadamente probable. El cuestionario se aplicó vía internet una vez finalizada la experiencia.

Para la obtención del índice de fiabilidad aplicamos el coeficiente alfa de Cronbach que, de acuerdo con O'Dwyer y Bernauer (2014), es el estadístico apropiado para este tipo de instrumentos. De esta manera, obtuvimos un valor muy alto para el total del instrumento (0.898) y alto para las dimensiones atención (0.704), relevancia (0.746), y satisfacción (0.775), y un valor moderado para la dimensión confianza (0.582) en función de los parámetros ofrecidos por Bisquerra (2009) y Mateo (2004).

Por el mismo procedimiento se obtuvo una correlación ítem-total para saber si eliminando algún ítem aumentaría la fiabilidad del instrumento, hecho que no ocurrió y, por tanto, se mantuvieron todos los del considerados por Keller (2010).

Para el diagnóstico de la aceptación de la tecnología de la RA por los estudiantes se utilizó el propuesto por Davis (1989), que recoge información de las siguientes dimensiones: utilidad percibida (UP), facilidad de uso percibida (FUP), disfrute percibido (DP), actitud hacia el uso (AU) e intención de utilizarla (IU). El instrumento está compuesto por 15 ítems con construcción tipo Likert (4 para utilidad percibida, 3 para facilidad de uso percibida, 3 para disfrute percibido, 3 para actitud hacia el uso, y 2 para intención de utilizarla), con siete opciones de respuesta (de 1= extremadamente improbable a 7= extremadamente probable) y también se administró vía internet (<http://www.sav.us.es/encuestas/rafodiun/diario/tam.html>). La fiabilidad obtenida mediante el alfa de Cronbach ha alcanzado, en este caso, los valores de 0.895, para el total del instrumento y para las dimensiones UP= 0.872; FUP= 0.882; DP=: 0.828; AU= 0.834; e IU= 0.844. Igualmente se llevó a cabo la correlación ítem-total, pero por los valores encontrados no eliminamos ninguno de los ítems.

Resultados

Con el objeto de facilitar la comprensión de los resultados, presentaremos en primer lugar los datos obtenidos respecto a la variable “adopción de la tecnología RA” por parte de los participantes y, posteriormente, los alcanzados respecto a la motivación.

En la tabla 2, se presentan los valores medios, las desviaciones típicas, así como las diferencias entre las medias, entre los que participaron en las estrategias I y II. Las puntuaciones se ofrecen tanto de forma general como en las dimensiones que conforman el instrumento.

TABLA 2
Medias y desviaciones típicas alcanzadas con el instrumento TAM

Estudio		Media	Desv. estándar	Dif. de medias
TAM	Utilización	4.86	1.061	-1.04
	Producción	5.90	0.749	
Utilidad percibida (UP)	Utilización	4.66	1.193	-1.16
	Producción	5.82	0.893	
Facilidad uso percibida (FUP)	Utilización	4.80	1.180	-0.78
	Producción	5.58	1.112	
Disfrute percibido (DP)	Utilización	5.01	1.386	-1.03
	Producción	6.04	0.880	
Actitud hacia el uso (AU)	Utilización	4.87	1.183	-1.28
	Producción	6.15	0.734	
Intención de utilizarla (IU)	Utilización	5.06	1.328	-1.04
	Producción	6.10	0.800	

Como podemos observar, las puntuaciones medias obtenidas tanto para la globalidad del instrumento, como para cada una de sus dimensiones superan el valor central de la escala que era 3.5, lo que supone que, independientemente de la estrategia utilizada, los alumnos han mostrado un elevado nivel de aceptación de la tecnología. Si bien las puntuaciones medias son superiores, y lo son tanto para la globalidad del instrumento como para cada una de las diferentes dimensiones en todos los casos en la estrategia II; es decir, en aquella que los alumnos se convirtieron en productores de objetos de aprendizaje diseñados bajo la modalidad de la RA.

En líneas generales, podemos decir que los valores medios más elevados señalan que la participación en las experiencias ha sido disfrutada por los estudiantes ($\bar{X}= 5.01$ y $\bar{X}= 6.04$), han despertado una actitud positiva hacia su utilización ($\bar{X}=4.87$ y $\bar{X}= 6.15$) y los han llevado a mostrar una intención de utilizarla ($\bar{X}= 5.06$ y $\bar{X}= 6.10$).

Con el objeto de conocer si las diferencias mostradas por los estudiantes en ambas estrategias eran significativas estadísticamente, formulamos las siguientes hipótesis:

- Hipótesis nula (H₀): No existen diferencias significativas en el grado de aceptación tecnológica que la utilización de la RA despertaba en estudiantes universitarios, cuando utilizaban objetos ya producidos o cuando se convertían en productores de dichos objetos, con un riesgo alfa de equivocarnos del 0.05.
- Hipótesis alternativas (H₁): Existen diferencias significativas en el grado de aceptación tecnológica que la utilización de la RA despertaba en estudiantes universitarios, cuando utilizaban objetos ya producidos o cuando se convertían en productores de dichos objetos, con un riesgo alfa de equivocarnos del 0.05.

Para ello aplicamos el estadístico t de Student para muestras independientes, realizando previamente la prueba de Levene para el contraste de la igualdad de las varianzas para que, en función de dicho valor, determinar el valor t que deberíamos adoptar.

En la tabla 3, se presentan los valores “t” obtenidos y el nivel de significación que nos permitía aceptar o rechazar la H₀ formulada. Señalar que, si el valor de significación de F es menor de 0.05, elegiremos el referido a no asumir las varianzas iguales (para facilitar su comprensión, hemos puesto en negrita, el valor finalmente seleccionado).

Como podemos observar los valores t de Student alcanzados nos permiten rechazar la H₀ y aceptar la H₁ referida a la existencia de diferencias significativas en el grado de adopción de la tecnología, mostrada por los estudiantes en las dos estrategias utilizadas con un riesgo alfa de equivocarnos inferior al 0.000. Como se desprende de los valores medios alcanzados en las dos opciones (tabla 2), la adopción de la tecnología de la RA es superior cuando son ellos los que se convierten en productores de dichos objetos y no son solo consumidores de los mismos.

Con el objeto de establecer el tamaño del efecto, es decir la magnitud de la diferencia aplicamos la *d* de Cohen (Sawilowsky, 2009), encontrando los siguientes valores, tanto para la globalidad del instrumento, como para las diferentes dimensiones: TAM (1.079), UP (1.046), FUP (0.677), DP (0.824), AU (1.218) y IU (0.883). Valores que, de acuerdo con Sawilowsky (2009) (0.50= mediano, 0.80= grande, y 1.20= muy grande), nos llevarían a situar los efectos en grandes y muy grandes.

TABLA 3
Valores t de Student

		Prueba de Levene		t	Gl	Sig.
		F	Sig.			
TAM	Se asumen varianzas iguales	14.169	.000	-10.338	410	.000
	No se asumen varianzas iguales			-11.553	366.084	.000
UP	Se asumen varianzas iguales	10.011	.002	-10.024	410	.000
	No se asumen varianzas iguales			-11.009	351.641	.000
FUP	Se asumen varianzas iguales	.433	.511	-6.485	410	.000
	No se asumen varianzas iguales			-6.613	289.590	.000
DP	Se asumen varianzas iguales	30.957	.000	-7.892	408	.000
	No se asumen varianzas iguales			-9.118	384.070	.000
AU	Se asumen varianzas iguales	24.813	.000	-11.667	410	.000
	No se asumen varianzas iguales			-13.524	392.514	.000
IU	Se asumen varianzas iguales	44.919	.000	-8.460	410	.000
	No se asumen varianzas iguales			-9.886	397.137	.000

En la tabla 4 presentamos los valores medios obtenidos respecto de la globalidad del instrumento y sus diferentes dimensiones, en referencia con la variable motivación.

Como podemos observar, ambas estrategias de utilización han despertado niveles por encima del valor central (3.5). En ambos casos la interacción de los alumnos con la RA ha despertado en ellos la motivación. Con el objeto de analizar si había diferencias significativas en las dos estrategias de utilización abordadas formulamos las siguientes hipótesis:

TABLA 4
Medias y desviaciones típicas alcanzadas con el instrumento IMMS

	Estudio	Media	Desviación estándar	Diferencia de medias
IMMS	Utilización	4.58	0.803	-0.24
	Producción	4.82	0.802	
Confianza	Utilización	4.59	0.866	-0.14
	Producción	4.73	0.802	
Atención	Utilización	4.74	0.933	-0.26
	Producción	5.00	1.037	
Satisfacción	Utilización	4.46	1.073	-0.40
	Producción	4.86	1.029	
Relevancia	Utilización	4.43	0.804	-0.22
	Producción	4.65	0.744	

- Hipótesis nula (HO): No existen diferencias significativas en el nivel de motivación cuando los estudiantes utilizaban objetos ya producidos o cuando se convertían en productores de dichos objetos, con un riesgo alfa de error de 0.05.
- Hipótesis alternativas (HI): Existen diferencias significativas en el nivel de motivación que la utilización de la RA despertaba en estudiantes universitarios, cuando utilizaban objetos ya producidos o cuando se convertían en productores de dichos objetos, con un riesgo alfa de error de 0.05.

En la tabla 5 se presentan los resultados obtenidos con el estadístico t de Student para muestras independientes y la prueba de Levene. Marcamos en negrita, el valor t seleccionado tras la aplicación del estadístico de Levene. Los valores obtenidos nos permiten rechazar la HO formulada, concluyendo que existen diferencias significativas en el nivel de motivación que la utilización de la RA despierta en estudiantes universitarios, tanto cuando utilizan objetos ya producidos como cuando se convierten en productores, con un riesgo alfa de error de 0.05.

TABLA 5
Valores t de Student

		Prueba de Levene		T	GL	Sig
		F	Sig			
IMMS	Se asumen varianzas iguales	.156	.693	-2.545	391	.011
	No se asumen varianzas iguales			-2.546	158.451	.012
Confianza	Se asumen varianzas iguales	1.211	.272	-1.446	391	.149
	No se asumen varianzas iguales			-1.505	169.352	.134
Atención	Se asumen varianzas iguales	3.245	.072	-2.293	391	.022
	No se asumen varianzas iguales			-2.171	145.703	.032
Satisfacción	Se asumen varianzas iguales	.012	.913	-3.160	390	.002
	No se asumen varianzas iguales			-3.228	164.428	.002
Relevancia	Se asumen varianzas iguales	.012	.915	-2.381	390	.018
	No se asumen varianzas iguales			-2.479	169.868	.014

Analizado de nuevo el tamaño del efecto, los valores que nos encontramos fueron: IMMS (0.300), confianza (0.170), atención (0.270), satisfacción (0.372) y relevancia (0.281). Valores que en este caso sitúan los efectos entre un valor “pequeño” y “mediano” (Sawilowsky, 2009).

Conclusiones y discusión

Las conclusiones de nuestro trabajo irán en diferentes direcciones; en primer lugar, nos referiremos al alcance de los objetivos formulados en el trabajo y, posteriormente, a la significación que esta tecnología puede tener en su utilización educativa.

En referencia al primer objetivo hay que señalar que la utilización de la realidad aumentada en la enseñanza universitaria, tanto cuando los estudiantes son productores como cuando son consumidores de objetos de aprendizaje, despierta un verdadero grado de aceptación para su utilización en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Lo cual nos indica que es una tecnología percibida por los estudiantes como de verdadera utilidad para los procesos de formación, resultados que coinciden con los encontrados en otros trabajos realizados por diversos autores (Joo, Martínez y García-Bermejo, 2017).

Esta facilidad de utilización permite su fácil incorporación para realizar prácticas innovadoras en la enseñanza, donde los alumnos pueden tomar el control de la acción formativa mediante la interacción con el objeto de la RA, determinando el punto desde el que desea observar y el momento en el que se desea interaccionar con el objeto.

Por otra parte, se debe destacar que los estudiantes perciben que es una tecnología fácil de utilizar y también de producir. Ello nos lleva a señalar que la producción de objetos de aprendizaje en RA por parte de los estudiantes es una estrategia que puede abordarse en los contextos de formación universitaria, ya que su producción no implicó problemas. Indirectamente, y desde una perspectiva operativa, los programas que utilizamos en la producción de los objetos en RA: Augment, Aurasma y Quiver; han sido fáciles de comprender y manejar por los estudiantes. De todas formas, se deberá seguir avanzando en la utilización de nuevos programas que, constantemente, están apareciendo en el mercado. Para ello, por ejemplo, el interesado puede suscribirse a una comunidad virtual construida en Google+ denominada “Realidad Aumentada para Aumentar la Formación”, que fue creada a partir del proyecto de investigación del que surge el presente trabajo.

Asimismo, se debe señalar que el nivel de motivación que la utilización de la RA despierta en los estudiantes, ha sido bastante alta en las dos modalidades ofrecidas. Lo cual nos lleva a señalar que es una tecnología sugerente para ser incorporada en los procesos de enseñanza-aprendizaje, pues existe una relación cercana entre motivación y aprendizaje.

Nuestro tercer objetivo iba destinado a indagar si había diferencias significativas en lo que se refiere a la adopción de la tecnología en RA y la motivación según el tipo de experiencia en la que participaron. Tenemos que señalar, que la producción de objetos en RA por parte de los estudiantes influyó positivamente en los niveles mostrados en la adopción de la tecnología, medida por el TAM y las diferentes dimensiones que lo conforman, y la motivación hacia la RA, medida por el IMMS y sus dimensiones. Mostrando los alumnos mayor actitud hacia su uso, intención de utilizarla, sintiéndose más satisfechos y percibiéndolos como más relevantes. Aspecto lógico, si tenemos en cuenta que con la estrategia I, los estudiantes se movían en las categorías más bajas de dominio cognitivo de la “taxonomía de Bloom para la era digital” como son recordar y comprender; mientras

con la estrategia II se hallaban en la referida a la creación de materiales por su parte (Chursches, 2009).

Lo obtenido en nuestro estudio, indica que la utilización de esta tecnología facilita la contextualización de la información, lo que permite que los estudiantes adquieran experiencias y aprendan, además de la comprensión, el cómo los conceptos adquiridos en el aula se aplican para resolver problemas en situaciones del mundo real. En tales contextos, la RA potencia que obtengan una apreciación más profunda de aprendizaje, relacionando sus contenidos con sus propias experiencias.

También lo encontrado nos permite señalar que las prácticas educativas apoyadas en RA favorecen una enseñanza activa por parte del estudiante, puesto que él es quien controla el proceso de aprendizaje al tomar la decisión de cuándo necesita aumentar la información y combinar lo real y lo virtual. Desde esta perspectiva podemos decir que la RA facilita el desarrollo de una metodología constructivista de enseñanza-aprendizaje, puesto que el estudiante se convierte en una persona activa y hace sus propios descubrimientos relacionando la información que se le presenta, por las diferentes vías, y obteniendo sus propias inferencias y conclusiones; todo ello apoyándose en metodologías específicas de enseñanza.

Por otra parte, desde la perspectiva de la investigación educativa podemos señalar también que, tanto el instrumento de diagnóstico del IMMS de Keller (2010) como el TAM de Davis (1989), se presentan como buenos predictores para explicar la motivación (atención, confianza, relevancia y satisfacción) y grado de adopción de la tecnología de la RA. Al mismo tiempo los instrumentos de diagnóstico utilizados han sido confiables, mostrando índices de fiabilidad similares a los alcanzados por otros autores en diferentes investigaciones y ello ocurría tanto con el instrumento IMMS (Huang, Huang y Tschopp, 2010; Keller, 2010; Che, 2012; Di Serio, Blanca y Delgado, 2013; Yufeng y Yamanaka, 2013; Proske, Roscoe y McNamara, 2014) como con el TAM (Yong, Rivas y Chaparro, 2010; Ho, Hung y Chen, 2013; Cheng *et al.*, 2013; Tarhini, Hone y Liu, 2014). Esto nos lleva a señalar que pueden ser instrumentos fácilmente utilizados para analizar el grado de aceptación y motivación que despiertan diferentes tecnologías que puedan ser utilizadas en contextos de formación universitaria.

En definitiva, podemos señalar que en nuestro estudio se ha confirmado la significación que objetos de aprendizaje –producidos o utilizados por los

estudiantes en formato RA— tienen para ser incorporados en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Hecho que pensamos que se irá, progresivamente, ampliando ya que los dispositivos que normalmente se utilizan para la interacción con estos objetos, como son las tabletas y los teléfonos inteligentes, son cada vez más usuales en los estudiantes universitarios, lo que facilitará la extensión de esta tecnología emergente.

Finalmente indicar que como desarrollos futuros de investigaciones se sugiere la necesidad de trabajar en diferentes direcciones: realizar la experiencia en disciplinas distintas a la de este estudio, claramente relacionadas con las tecnologías; trabajar con propuestas de contenidos no tan abiertas; acercar las dos estrategias de utilización a carreras de estudios diversos; utilizar nuevos *software* de producción de objetos en RA que están apareciendo en el mercado; analizar los estilos de aprendizaje de los estudiantes con el tipo de interacción cognitiva que realizan de los objetos en RA así como también la relación entre estos y las dos variables cognitivas aquí identificadas y ampliar los instrumentos de recolección de información con pruebas de rendimiento académico sobre los contenidos concretos sobre los que versen los objetos de aprendizaje producidos o utilizados por los estudiantes.

Referencias

- Alharbi, Saleh y Drew, Steve (2014). “Using the technology acceptance model in understanding academics’ behavioural intention to use learning management systems”, *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 5, núm. 1, pp. 143-155.
- Arenas-Gaitán, Jorge; Peral-Peral, Begoña y Ramón-Jerónimo, María de los Ángeles (2014). *Strategies in E-Business*, Nueva York: Springer US.
- Andueza López, María Belén y Pérez Arozamena, Rosa (2014). “El móvil como herramienta para el periodista”, *Historia y Comunicación Social*, vol. 19, pp. 591-602.
- Ausín, Vanesa; Abella, Víctor; Delgado, Vanesa y Hortiguera, David (2016). “Aprendizaje Basado en Proyectos a través de las TIC. Una experiencia de innovación docente desde las aulas universitarias”, *Formación Universitaria*, vol. 3, núm. 9, pp. 31-38.
- Bacca, Jorge; Baldiris, Silvia; Fabregat, Ramón; Graf, Sabine y Kinshuk, Deam (2014). “Augmented Reality trends in education: A systematic review of research and applications”, *Educational Technology and Society*, vol. 17, núm. 4, pp. 133-149.
- Barba, Ruth; Yasaca, Saul y Manosalvas Vaca, Carlos (2015). “Impacto de la realidad aumentada móvil en el proceso enseñanza-aprendizaje de estudiantes universitarios del área de medicina”, en AIDIPE (ed.), *Investigar con y para la sociedad*, Cádiz: Bubok Publishing, pp. 1421-1429.

- Bisquerra, Rafael (2009). *Metodología de la investigación educativa*, Madrid: La Muralla.
- Bolliger, Doris; Supanakorn, Supawan y Boggs, Christine (2010). "Impact of podcasting on student motivation in the online learning environment", *Computers & Education*, vol. 55, núm. 2, pp. 714-722.
- Bressler, Denise y Bodzin, A. M. (2013). "A mixed methods assessment of students' flow experiences during a mobile augmented reality science game", *Journal of Computer Assisted Learning*, vol. 29, núm. 6, pp. 505-517.
- Cabero-Almenara, Julio y Márquez Fernández, Dominga (2001). "Sierra Sur: Una experiencia universitaria innovadora para el diseño y desarrollo de material multimedia", *Bordón*, vol. 53, núm. 2, pp. 185-200.
- Cabero-Almenara, Julio y Gutiérrez-Castillo, Juan Jesús (2015). "La producción de materiales TIC como desarrollo de las competencias del estudiante universitario", *Aula de Encuentro*, vol. 17, núm. 2, pp. 5-32.
- Cabero-Almenara, Julio y Barroso-Osuna, Julio (2016). "The educational possibilities of Augmented Reality", *NAER. New Approaches in Educational Research*, vol. 5, núm. 1, pp. 44-50.
- Cabero-Almenara, Julio y García Jiménez, Fernando (2016). *Realidad aumentada. Tecnología para la formación*, Madrid: Síntesis.
- Castaño Garrido, Carlos; Maiz Olazabalaga, Inmaculada y Garay Ruiz, Urtza (2015). "Percepción de los participantes sobre el aprendizaje en un MOOC", *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 18, núm. 2, pp. 197-221.
- Chang, Hsin-Yi; Wu, Hsin-Kai y Hsu, Ying-Shao (2013). "Integrating a mobile augmented reality activity to contextualize student learning of a socioscientific issue", *British Journal of Educational Technology*, vol. 44, núm. 3, pp. 95-99.
- Che, Yuh-Tyng (2012). "A study of learning effects on e-learning with interactive thematic video", *Journal Educational Computing Research*, vol. 47, núm. 3, pp. 279-292.
- Chen, Yu-Hui y Chengalur-Smit, InduShobha (2015). "Factors influencing students' use of a library Web portal: Applying", *Internet and Higher Education*, vol. 21, pp. 42-55.
- Chen, Chih-Ming y Tsai, Yen-Nung (2012). "Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools", *Computers & Education*, vol. 59, núm. 2, pp. 638-652.
- Cheng, Yuh-Ming; Lou, Shi-Jer; Kuo, Sheng-Huang y Shih, Ru-Chu (2013). "Investigating elementary school students' technology acceptance by applying digital game-based learning to environmental education", *Australasian Journal of Educational Technology*, vol. 29, núm. 1, pp. 96-110.
- Cheng, Yi-Chia y Yeh, Hsin-Te (2009). "From concepts of motivation to its application in instructional design: Reconsidering motivation from an instructional design perspective", *British Journal of Educational Technology*, vol. 40, núm. 4, pp. 597-605.
- Chursches, Andrew (2009). *Taxonomía de Bloom para la era digital*. Disponible en: <http://www.eduteka.org/TaxonomiaBloomDigital.php> (consultado: 25 de febrero de 2017).

- Davis, Fred (1989). "Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology", *MIS Quarterly*, vol. 13, núm. 3, pp. 319-340.
- Di Serio, Ángela; Blanca Ibáñez, María y Delgado Kloss, Carlos (2013). "Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course", *Computers & Education*, vol. 68, pp. 586-596.
- Fombona Cadavieco, Javier; Pascual Sevillano, María de los Ángeles y Madeira Ferreira Amador, María Filomena (2012). "Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles", *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, vol. 41, pp.197-210.
- Han, Jeonghye; Jo, Miheon; Hyun, Eunja y So, Hyo-Jeong (2015). "Examining young children's perception toward augmented reality-infused dramatic play", *Education Technology Research Development*, vol. 63, núm. 3, pp. 455-474.
- Hsiao, Chun Hua y Yang, Chyan (2011). "The intellectual development of the technology acceptance model: A co-citation analysis", *International Journal of Information Management*, vol. 31, pp. 128-136.
- Ho, Li-Hsing; Hung, Chang-Liang y Chen, Hui-Chun (2013). "Using theoretical models to examine the acceptance behavior of mobile phone messaging to enhance parent-teacher interaction", *Computers & Education*, vol. 61, pp. 105-114.
- Huang, Wen-Hao; Huang, Wen-Yeh y Tschopp, Jill (2010). "Sustaining iterative game playing processes in DGBL: The relationship between motivational processing and outcome processing", *Computers & Education*, vol. 55, núm. 2, pp. 789-797.
- Jamali, Siti; Fairuz, Mohd; Wai, Kok y Oskam, Charlotte (2015). "Utilising mobile-augmented reality for learning human anatomy", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 197, pp. 659-668.
- Jeřábek, Tomáš; Rambousek, Vladimír y Wildová, Radka (2014). "Specifics of visual perception of the augmented reality in the context of education", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 159, pp. 598-604.
- Jin, Chang-Hyun (2014). "Adoption of e-book among college students: The perspective of an integrated TAM", *Computers in Human Behavior*, vol. 41, pp. 471-477.
- Johnson, L. y Adams, S. (2016). *NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition*, Austin: The New Media Consortium.
- Joo, J.; Martínez, F. y García-Bermejo, J. R. (2017). "Realidad aumentada y navegación peatonal móvil con contenidos patrimoniales: Percepción del aprendizaje", *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 20, núm. 2, pp. 93-118.
- Jou, Min y Wang, Jingying (2013). "Observations of achievement and motivation in using cloud computing driven", *Computers in Human Behavior*, vol. 29, pp. 364-369.
- Keller, Johannes (1983). "Motivational design of instruction", en C.M. Reigeluth (ed.) *Instructional Design Theories and Models*, Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates, pp. 386-433.
- Keller, Johannes (1987). "Strategies for stimulating the motivation to learn", *Performance and Instruction*, vol. 26, núm. 8, pp. 1-7.

- Keller, Johannes (2008). "On the development of regulatory focus: The role of parenting styles", *European Journal of Social Psychology*, vol. 38, pp. 354-364.
- Keller, Johannes (2010). *Motivational Design for Learning and Performance*, Nueva York: Springer Science+Business.
- Kim, Keesung; Hwang, Jiyeon y Zo, Hangjung (2016). "Understanding users' continuance intention toward smartphone augmented reality applications", *Information Development*, vol. 32, núm. 2, pp. 161-174.
- Kumar Sharma, Sujeet y Kumar Chandel, Jyoti (2013). "Technology acceptance model for the use learning through websites among students in Oman", *International Arab Journal of e-Technology*, vol. 3, núm. 1, pp. 44-49.
- Lee, Doo y Lehto, Mark (2013). "User acceptance of YouTube for procedural learning: An extension of the technology acceptance model", *Computers & Education*, vol. 61, pp. 193-208.
- Lin, Tzung-Jin; Been-Lirn, Henry; Li, Nai, Wang; Hung-Yuan y Tsa y Chin-Chung (2013). "An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system", *Computers & Education*, vol. 68, pp. 314-321.
- Liu, I-Fan; Chang, Meng; Sun, Yeali; Wible, David y Kuo, Chin-Hwa (2010). "Extending the TAM model to explore the factors that affect intention to use an online learning community", *Computers & Education*, vol. 54, pp. 600-610.
- Loorbach, Nicole; Peters, Oscar; Karreman, Joyce y Steehouder, Michaël (2015). "Validation of the Instructional Materials Motivation Survey (IMMS) in a self-directed instructional setting aimed at working with technology", *British Journal of Educational Technology*, vol. 46, núm.1, pp. 204-218.
- López-Arenas, José Manuel y Cabero-Almenara, Julio (1990). "El vídeo en el aula II. El vídeo como instrumento de conocimiento y evaluación", *Revista de Educación*, vol. 292, pp. 361-376.
- López-Bonilla, Luis Miguel y López-Bonilla, Jesús Manuel (2011). "Los modelos de adopción de tecnologías de la información desde el paradigma actitudinal", *Cuadernos EBAPE.BR*, vol. 9, núm. 1, pp. 177-197.
- Lorenzo Romero, Carlota; Alarcón de Amo, María del Carmen y Gómez de Borja, Miguel Ángel (2011). "Adopción de redes sociales virtuales: ampliación del modelo de aceptación tecnológica integrando confianza y riesgo percibido", *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, vol. 14, pp. 194-205.
- Lorenzo Delgado, Manuel; Trujillo Torres, Juan Manuel; Lorenzo Martín, Rocío y Pérez Navio, Eufrasio (2011). "Usos de weblog en la universidad para la gestión de conocimiento y trabajo en red", *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, vol. 39, pp. 141-154.
- Lu, Su-Ju y Ying-Chieh, Liu (2014). "Integrating augmented reality technology to enhance children's learning in marine education", *Environmental Education Research*, vol. 21, núm.4, pp. 525-541.
- Mateo, Andrés (2004). "La investigación ex post-facto", en Rafael Bisquerra (coord.), *Metodología de la investigación educativa*, Madrid: La Muralla, pp.195-230.

- Mohammadi, Hossein (2015). "Investigating users' perspectives on e-learning: An integration of TAM and IS success model", *Computers in Human Behavior*, vol. 45, pp. 359-374.
- O'Dwyer, Laura y Bernauer, James (2014). *Quantitative Research for the Qualitative Researcher*, California: Sage.
- Persico, Donatella; Manca, Stefania y Pozz, Francesca (2014). "Adapting the technology acceptance model to evaluate the innovative potential of e-learning systems", *Computers in Human Behavior*, vol. 30, pp. 614-622.
- Prendes Espinosa, Carlos (2015). "Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas", *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, vol. 46, pp. 187-203.
- Proske, Antje; Roscoe, Rod y McNamara, Danielle (2014). "Game-based practice versus traditional practice in computer-based writing strategy training: effects on motivation and achievement", *Education Technology Research Development*, vol. 62, núm.5, pp. 481-505.
- Santos, Marc; Lübke, Arno; Taketomi, Takafumi; Yamamoto, Goshiro; Rodrigo, María Mercedes; Sandor, Christian y Kato, Hirokazu (2016). "Augmented reality as multimedia: the case for situated vocabulary learning", *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, vol.11, núm. 4, pp. 1-23.
- Sans, Antoni (2004). "Métodos de investigación de enfoque experimental", en Rafael Bisquerra (coord.), *Metodología de la investigación educativa*, Madrid: La Muralla, pp.167-193.
- Sawilowsky, S. (2009). "New effect size rules of thumb", *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, vol. 8, núm. 2, pp. 467-474.
- Sevillano García, María Luisa (coord.) (2009). *Digitalización y oportunidades de formación desde la radio educativa*, Sevilla: Eduforma.
- Tarhini, Ali; Hone, Kate y Liu, Xiaohui (2014). "Measuring the moderating effect of gender and age on e-learning acceptance in England: a structural equation modeling approach for an extended technology acceptance model", *Journal Educational Computing Research*, vol. 51, núm. 2, pp. 163-184.
- Tecnológico de Monterrey (2017). *Reporte EduTrends. Radar de Innovación Educativa 2017*, Monterrey: Tecnológico de Monterrey.
- Teo, Timothy y Noyes, Jan (2011). "An assessment of the influence of perceived enjoyment and attitude on the intention to use technology among pre-service teachers: a structural equation modeling approach", *Computers & Education*, vol. 57, núm. 2, pp. 1645-1653.
- Wai-tsz, Ricci; Chi-kin, Jonh; Chang, Chun-yen; Zhang, Zhonghua y Chiu, Alexandra (2014). "Digital teaching portfolio in higher education: Examining colleagues' perceptions to inform implementation strategies", *Internet and Higher Education*, vol. 20, pp. 60-68.
- Wei, Xiaodong; Weng, Dongdong; Liu, Yue y Wang, Yongtian (2015). "Teaching based on augmented reality for a technical creative design course", *Computers & Education*, vol. 81, pp. 221-234.

- Wojciechowski, Rafal y Cellary, Wojciech (2013). "Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments", *Computers & Education*, vol. 68, pp. 570-585.
- Wu, Hsin-Kai; Wen-Yu, Silvia; Chang, Hsin-Yi y Liang, Jyh-Chong (2013). "Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education", *Computers & Education*, vol. 62, pp. 41-49.
- Yong Varela, Luis Antonio; Rivas Tovar, Luis Arturo y Chaparro Peláez, José Julián (2010). "Modelo de aceptación tecnológica (TAM): un estudio de la influencia de la cultura nacional y del perfil del usuario en el uso de las TIC", *Innovar*, vol. 20, núm. 36, pp. 187-204.
- Yufeng, León y Yamanaka, Akio (2013). "Exploring the effects of multimedia learning on pre-service teachers' perceived and actual learning performance", *Educational Media International*, vol. 50, núm. 4, pp. 291-305.

Artículo recibido: 18 de mayo de 2017

Dictaminado: 22 de febrero de 2018

Segunda versión: 12 de marzo de 2018

Aceptado: 16 de mayo de 2018