

Validación del modelo TAM de adopción de la Realidad Aumentada mediante ecuaciones estructurales*

TAM Model Validation Adoption of Augmented Reality through Structural Equations

JULIO CABERO-ALMENARA

Universidad de Sevilla
cabero@us.es

JOSÉ LUIS PÉREZ DÍEZ DE LOS RÍOS

Universidad de Sevilla
jlperezd@us.es

Resumen: Se analiza el modelo TAM (*Technology Acceptance Model*), que sugiere que la actitud hacia una tecnología depende de dos variables: la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida. Se estudia la viabilidad del modelo respecto a la Realidad Aumentada (RA) utilizando las ecuaciones estructurales. Con respecto al material y los métodos, se efectúa una investigación con 274 alumnos de Infantil y Primaria que trabajaron con objetos de RA elaborados para el estudio. Y en cuanto a los resultados y discusión, se demuestra la eficacia del modelo, las posibilidades que ofrece la metodología de las ecuaciones estructurales y se valida un instrumento de análisis del TAM hacia la RA.

Palabras clave: Technology Acceptance Model (TAM), Realidad Aumentada, Ecuaciones estructurales, Evaluación de materiales.

Abstract: The model TAM (*Technology Acceptance Model*) is analyzed that suggests that the attitude towards a technology depends on two variables: the perceived utility and the facility of perceived use. The viability of the model is studied with regard to the Augmented Reality (AR) using the structural equations. Material and Methods: an investigation is studied with 274 pupils of Infantile and Primary that worked with AR's objects elaborated for the study. Results and discussion: is demonstrated the efficiency of the model, the possibilities that are offers the methodology of the structural equations and an instrument is validated of analysis of the TAM towards the AR.

Keywords: Technology Acceptance Model (TAM), Augmented Reality, Structural equations, Materials Evaluation.

* Este estudio se ha realizado bajo el proyecto de investigación I+D financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España (EDU2014-57446P) denominado "Realidad Aumentada para incrementar la formación" (RAFÓDIUN).

LA REALIDAD AUMENTADA: TECNOLOGÍA PARA LA FORMACIÓN

Según el último Informe Horizon (Johnson y Adams, 2016), el Reporte *Edu-Trend* (Tecnológico de Monterrey, 2015) o los análisis de la compañía *Gartner Research* (<http://www.gartner.com/technology/home.jsp>) líder mundial en investigación y asesoramiento en Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), la “Realidad Aumentada” (“*Augmented Reality*”) (RA) es una de las tecnologías emergentes con más impacto de penetración a corto plazo en la formación. Podemos ver también su significación en el aumento de artículos que sobre ella y la formación se han publicado en los últimos cuatro años (Bacca, Baldiris, Fabregat, Graf y Kinshuk, 2014).

La RA es una tecnología que permite la combinación de información digital y física en tiempo real a través de diferentes dispositivos tecnológicos (tablet, smartphones, gafas,...); es decir, es una tecnología que permite agregar un objeto irreal a un contexto real, creando de esta forma una nueva realidad, donde tanto la información real como la virtual desempeñan un papel significativo para comprender y analizar el objeto o fenómeno (Prendes, 2015; Cabero y Barroso, 2016; Cabero y García, 2016; Cabero, Leiva, Moreno, Barroso y López, 2016). Su diferencia con la Realidad Virtual (“*Virtual Reality*”) (RV) es que esta última permite al usuario incorporarse a un mundo alternativo de inmersión simulado por ordenador donde ocurren experiencias sensoriales específicas y no hay combinación con la realidad (Díaz, 2016).

Las características distintivas de la RA son: es una realidad mixta, integrada en tiempo real, que posee una diversidad de capas de información digital en distintos formatos (textos, url, vídeos,...), que es interactiva, y que mediante su utilización enriquecemos o alteramos la información de la realidad (Cabero y García, 2016).

Respecto a su aplicación en la formación, lo primero a señalar es que se utiliza para diferentes actividades: 1) eliminación de cierta información del campo de percepción e interacción del usuario; 2) aumento de la información disponible para el usuario en un contexto determinado; 3) interacción con los objetos para su observación desde diferentes perspectivas y puntos de vista; 4) creación de escenarios “artificiales” seguros para la formación, 5) enriquecimiento de materiales impresos para los estudiantes, 6) y la producción de objetos de RA por los alumnos (Wu, Wen-Yu, Chang y Liang, 2013; Cubillo, Martín, Castro y Colmenar, 2014; Jeřábek, Rambousek y Wildová, 2014; Han, Jo, Hyun y So, 2015; Cabero y Barroso, 2016).

Su utilización se está incorporando en todos los niveles educativos, que van desde primaria (Bongiovani, 2013; Prendes, 2015), secundaria-bachillerato-forma-

ción profesional (Pasaréti, Hajdin, Matusaka, Jámbori, Molnár y Tucsányi-Szabó, 2011; Avendaño, Chao y Mercado, 2012; de Pedro Carracedo y Méndez, 2012; Bressler y Bodzin, 2013; de Pedro Carracedo y Méndez, 2012; Bressler y Bodzin, 2013; Kamarainen, Metcalf, Grotzer, Browne, Mazzuca, Tutwiler y Dede, 2013) y universidad (Lin, Been-Lirn, Li, Wang y Tsai, 2013; Rodríguez, 2013; Fonseca, Redondo y Valls, 2016; Leiva y Moreno, 2015; Santos, Wolde, Taketomi, Yamamoto, Rodrigo, Sandor y Kato, 2016).

Esas incorporaciones se están ejecutando en diferentes áreas curriculares: ingeniería (de la Torre, Martín-Dorta, Saorín, Carbonell y Contero, 2013), arquitectura (Redondo, Sánchez y Moya, 2012), urbanismo (Carozza, Tingdahl y Gool, 2014), matemáticas-geometría (Avendaño et al., 2012; de Pedro Carracedo, y Méndez, 2012), arte e historia (Ruiz, 2011) aprendizaje de idiomas (Liu, 2009), tecnología (Rodríguez, 2013), diseño (Ko, Chang, Chen y Hua, 2011), química (Pasaréti et al., 2011), física (Akçayır, Akçayır, Pektas y Ocak, 2016), geografía (Tsai, Liu y Yau, 2013) y medicina (Barba, Yasaca y Manosalvas, 2015; Jamali, Fairuz, Wai y Oskam, 2015).

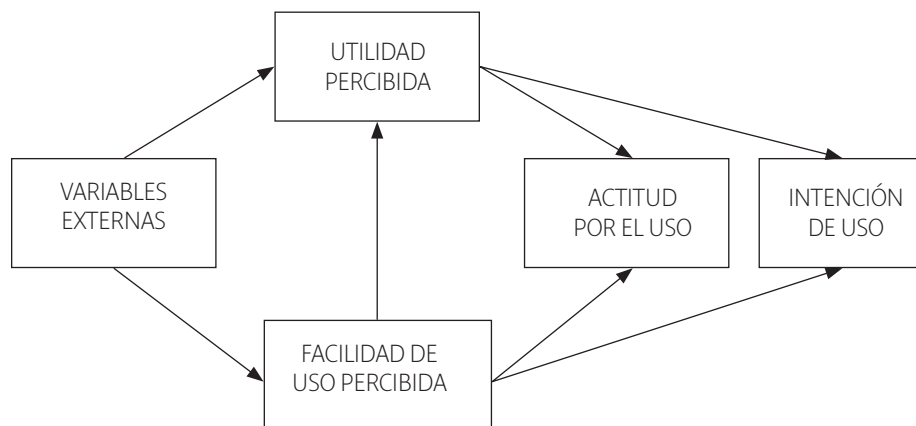
Sobre su impacto en la educación, y aunque todavía las investigaciones realizadas son limitadas, sí han puesto de manifiesto que los alumnos muestran actitudes favorables hacia ella y que su utilización aumenta la motivación hacia el aprendizaje (Bressler y Bodzin, 2013; Kamarainen, Metcalf, Grotzer, Browne, Mazzuca, Tutwiler y Dede, 2013; di Serio, Ibáñez y Delgado, 2013; Cózar, de Moya, Hernández y Hernández, 2015), que favorece la creación de un contexto constructivista de formación (Chen y Tsai, 2012; Wojciechowski y Cellary, 2013), que propicia un entorno activo de enseñanza (Fombona, Pascual y Madeira, 2012), que despierta un elevado grado de satisfacción en los alumnos (Han et al., 2015; Kim, Hwang y Zo, 2016), y que su utilización mejora los resultados de aprendizajes (Bongiovani, 2013; Chang, Wu y Hsu, 2013; Kamarainen et al., 2013).

REFERENCIAS AL MODELO TAM DE ADOPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS

El modelo TAM (*Technology Acceptance Model*), formulado por Davis (1989), sugiere que la aceptación de cualquier tecnología por una persona viene determinada por las creencias que tiene sobre las consecuencias de su utilización. El modelo sugiere que la actitud hacia el uso de un sistema tecnológico de información está basada en dos variables previas: la utilidad percibida (*Perceived Usefulness*) y la facilidad de uso percibida (*Perceived Ease of Use*) (Figura 1). Según Fishbein y Azjen (1975, p. 216), la actitud es “una predisposición aprendida para responder de manera consistentemente favorable o desfavorable con respecto a un objeto dado”, mientras que la

utilidad percibida es considerada una motivación extrínseca al usuario y se define como “la probabilidad subjetiva de una persona de que, al usar un determinado sistema, mejorará su actuación en el trabajo” (Davis, 1989, p. 320). Por lo que se refiere a la “facilidad de uso”, se puede entender por ella el “grado por el que una persona cree que usar un determinado sistema estará libre de esfuerzo”.

Figura 1. Formulación inicial de TAM



Fuente: Davis (1989), p. 320.

Como han sugerido Yong, Rivas y Chaparro (2010), para conocer si una tecnología será utilizada de forma óptima es necesario identificar diferentes variables externas que pueden incidir en la utilidad y la facilidad de uso percibidas por los usuarios de las TIC. Y, al respecto, diferentes estudios han ido identificando y proponiendo distintas propuestas: tipo de usuario, género, edad, experiencia en el manejo de tecnologías, nivel de formación, nivel profesional, tendencia personal hacia la innovación (Sánchez y Hueros, 2010; Teo y Noyes, 2011; Hsiao y Yang, 2011; Torres, Robles y Molina, 2011; Kumar y Kumar, 2013; López Bonilla y López Bonilla, 2011).

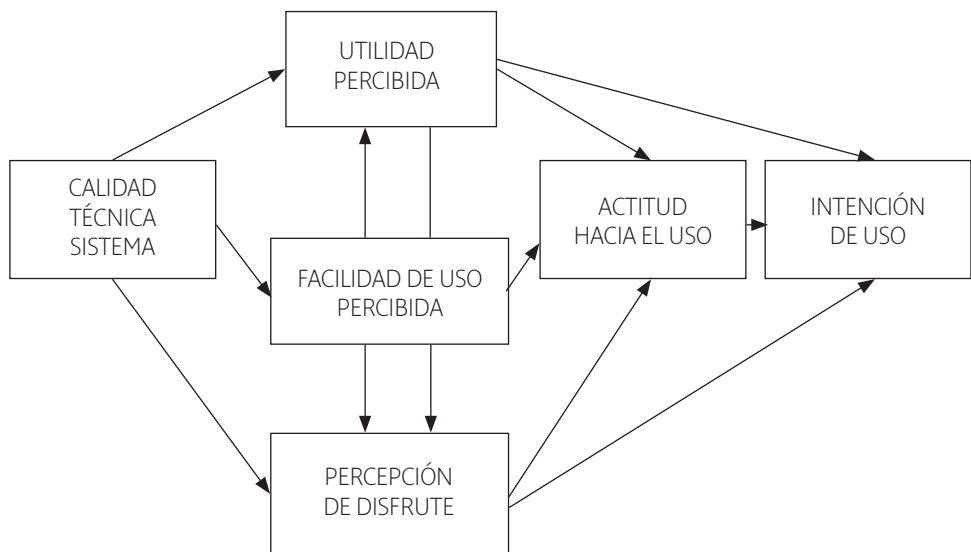
De todas formas, es importante señalar que, aunque el modelo TAM ha ido evolucionando a lo largo del tiempo, sigue estando constituido en su núcleo por un conjunto simple de variables identificadas en la primera formulación, y esa es posiblemente su gran ventaja en la aplicación.

Su aplicación se ha llevado a cabo con distintas tecnologías, que van desde el e-learning, los dispositivos móviles, las bibliotecas virtuales o los videojuegos hasta los portafolios (Cheng, Lou, Kuo y Shih, 2013, Wai-tsz, Chi-kin, Chang, Zhang,

Chiu y Ping, 2014; Persico, Manca y Pozz, 2014; Chen y Chengalur, 2015; Mohammadi, 2015). Pero pocas han sido las investigaciones que se han llevado a cabo en las que se haya analizado la utilización de la RA desde la perspectiva del modelo TAM. En la presente investigación, para la formulación del modelo de análisis de la aceptación de la RA nos hemos apoyado, además de en las formulaciones realizadas para otras tecnologías, en las propuestas realizadas por Huey-Min y Wen-Lin (2009) y Wojciechowski y Cellary (2013) para la realidad aumentada y la realidad virtual.

El modelo de análisis que proponemos se presenta en la Figura 2.

Figura 2. Modelo TAM elaborado por nosotros para nuestra investigación con objetos RA



Fuente: Elaboración propia.

LA INVESTIGACIÓN

Objetivo

El objetivo general que pretendemos alcanzar con nuestro estudio se declara en los siguientes términos: “Analizar mediante el modelo de ecuaciones estructurales la viabilidad del modelo TAM formulado para analizar la adopción de la tecnología de la Realidad Aumentada por estudiantes universitarios”.

Muestra

La investigación se realizó en el curso académico 2015-16, con alumnos que cursaban la asignatura de “TIC aplicadas a la educación” impartida en primero en los grados de Infantil y Primaria en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla. La muestra estuvo formada por 274 estudiantes (56 hombres y 218 mujeres).

Los objetos en RA utilizados en la investigación

Los objetos utilizados en la investigación fueron especialmente creados para ella y trataban dos temas del programa de la asignatura, en concreto, el referido a los “roles de utilización didáctica del vídeo” y “el diseño, la producción y la evaluación de TIC aplicados a la formación”. Las características de los materiales producidos pueden observarse en las siguientes direcciones web: “http://intra.sav.us.es/proyectorafodiun/images/pdf/objetos-ra/Roles_video-lanzador.pdf” y “<http://intra.sav.us.es/proyectorafodiun/images/pdf/objetos-ra/Diseno-lanzador.pdf>”. En el primero de ellos, los apuntes tradicionales han sido enriquecidos con clip de vídeos explicando y aclarando algunos de los roles de utilización del vídeo, y en el segundo se utilizaron diferentes tipos de recursos que iban desde clip de vídeos, esquemas o imágenes en 3D hasta sitios web (Figura 3). Para su realización se utilizaron diferentes programas: Metaio Creator (Programación realidad aumentada), Metaio SDK (Kit de desarrollo de software RA), Eclipse (Entorno de desarrollo Java. Exportación apk para Android), Xcode (Entorno de desarrollo Java. Exportación .ipa para IOS.Subida a la app store), Adobe After effects (Postproducción de vídeo y sonido. Chroma, Rotobrush, Key Light), Adobe Photoshop (Postproducción de imagen. Grafismos. Photomerge. Texturizado 3d), Macromedia Fireworks (Postproducción de imagen. Grafismos), Unity 5 (Entorno de desarrollo en 3D), Ffmpeg (Programación sobre el codec para exportación vídeos 3g2. Augment---RA), MS Powerpoint (Botones en formato vídeo con efectos de transición), Notepad ++ (Editor profesional de texto para retoque de código) y Astrum (Creador de instalador Windows).

Figura 3. Imágenes de los dos objetos producidos

Fuente: Elaboración propia.

La estrategia seguida con los estudiantes fue la siguiente: se les presentó en clase el funcionamiento de los objetos en RA, se les comentó el lugar de Internet desde el cual podrían bajarse los lanzadores y la app, y se les dejaron dos semanas para que trabajaran con ellos. Durante esas dos semanas se analizaron en las clases los problemas que los alumnos se estaban encontrando; posteriormente se administraron los instrumentos de análisis del TAM y de la valoración de la calidad de los objetos producidos.

El objeto de RA referido al vídeo fue trabajado por 76 alumnos y el de diseño por 198.

Instrumentos de recogida de información

El instrumento utilizado para el análisis del TAM recoge información de cuatro dimensiones: utilidad percibida (UP), facilidad de uso percibida (FUP), disfrute percibido (DP), actitud hacia el uso (AU), e intención de utilizarla (IU); estaba compuesto por 15 ítems tipo Likert, con siete opciones de respuesta (1=Extremadamente improbable/en desacuerdo a 7=Extremadamente probable/de acuerdo) (Anexo).

Respecto al de evaluación por el estudiante de la calidad técnica del objeto producido, fue un cuestionario *ad hoc* con construcción tipo Likert, conformado por 13 ítems con seis opciones de respuestas (MP= Muy positivo / Muy de acuerdo (1); P= Positivo / De acuerdo; R+= Regular positivo / Moderadamente de acuerdo; R-= Regular negativo / Moderadamente en desacuerdo; N= Negativo /En des-

acuerdo; y MN= Muy negativo / muy en desacuerdo (7), que pretendían recoger información sobre tres dimensiones, dos referidas directamente al objeto producido: aspectos técnicos y estéticos (4 ítems) y facilidad de utilización (7 ítems); y una destinada a valorar la guía elaborada para la explicación del funcionamiento del objeto (Anexo). Por último cabe señalar dos aspectos: que las guías pueden observarse en las direcciones web indicadas en el apartado 3.3., y que el instrumento se construyó a partir de otro elaborado por nosotros para la evaluación de materiales formativos para la red, ubicados en “Entornos Personales de Aprendizaje” (Marín, Cabero y Barroso, 2014), y que mostró altos niveles de fiabilidad.

Resultados

Antes de presentar los análisis efectuados digamos que los modelos de ecuaciones estructurales (*Structural Equation Modeling*, SEM) pertenecen a la familia “de modelos estadísticos multivariantes que permiten estimar el efecto y las relaciones entre múltiples variables. Son menos restrictivos que los modelos de regresión por el hecho de que permiten incluir errores de medida tanto en las variables criterio (dependientes) como en las variables predictoras (independientes)” (Ruiz, Pardo y San Martín, 2010, p. 34). Su gran potencialidad es la de poder representar el efecto causal entre las variables existentes en un modelo dado. Como señalan Arbuckle (1997), Byrne (2006) y Kahn (2006), son una extensión de varias técnicas multivariadas, como la regresión múltiple y el análisis factorial.

Uno de los principales aportes de los SEM es que permiten a los investigadores evaluar y analizar modelos teóricos formulados (Kerlinger y Lee, 2002). Y en esta línea Cupani (2012) especifica su utilización para tres acciones: como estrategia para la confirmación de modelos teóricos establecidos, para contrastar modelos teóricos rivales y para el desarrollo de un modelo específico. Aquí lo utilizaremos para el primero de los casos.

Una de las grandes posibilidades del SEM es la capacidad de estimar y evaluar la relación variables latentes que son constructos no observables, e indicadores que son las diferentes variables a través de las cuales pueden medirse las variables latentes.

Para el análisis SEM se pueden utilizar dos metodologías: los métodos basados en covarianzas y el enfoque PLS (*Partial Least Squares*). En este trabajo optamos por el enfoque PLS, ya que es un método que no exige la normalidad multivariante de las observaciones y requiere un menor número de observaciones. Para la aplicación de esta técnica existen diferentes programas, como SmartPLS, VisualPLS, semPLS, XLSTAT-PLSPM, etc. Aquí se utilizó el programa SmartPLS (<http://www.smartpls.com>).

Su aplicación supone seguir una serie de pasos: obtención del índice de fiabilidad, obtención de las cargas, hallazgos de la fiabilidad compuesta, elaboración de las varianzas extraídas medias,... (Lévy, 2006), que son los pasos que a continuación vamos a realizar para la validación del modelo TAM sobre la RA que se ha elaborado.

Inicialmente se llevó a cabo un análisis de la fiabilidad, mediante la alfa de Cronbach, de los diferentes constructos que se consideraban en el modelo en nuestro modelo, alcanzándose los valores presentados en la Tabla 1.

Tabla 1. Alfa de Cronbach de las diferentes variables latentes consideradas

ALFA DE CRONBACH	
Actitud hacia el uso	0,664
Calidad Técnica	0,956
Disfrute percibido	0,920
Facilidad uso percibida	0,847
Intención de uso	0,856
Utilidad Percibida	0,902

Como se establece en la literatura científica, valores inferiores a 0,7 indican niveles no adecuados de fiabilidad (O'Dwyer y Bernauer, 2014). En nuestro caso, lo superan todos los constructos salvo el de "Actitud hacia el uso". En la Tabla 2 se muestran las cargas, o correlaciones simples, de los indicadores con su respectivo constructo. Para aceptar un indicador como integrante de un constructo ha de tener una carga superior a 0,707 (Carmines y Zeller, 1979).

Tabla 2. Cargas

	ACTITUD HACIA EL USO	CALIDAD TÉCNICA	DISFRUTE PERCIBIDO	FACILIDAD USO PERCIBIDA	INTENCIÓN DE USO	UTILIDAD PERCIBIDA
rend_T.1_1		0,853				
rend_T.1_2		0,777				
rend_T.1_3		0,823				
rend_T.1_4		0,802				
rend_T.2_1		0,803				
rend_T.2_2		0,798				

[CONTINÚA PÁGINA SIGUIENTE]

	ACTITUD HACIA EL USO	CALIDAD TÉCNICA	DISFRUTE PERCIBIDO	FACILIDAD USO PERCIBIDA	INTENCIÓN DE USO	UTILIDAD PERCIBIDA
rend_T.2_3		0,825				
rend_T.2_4		0,788				
rend_T.2_5		0,836				
rend_T.2_6		0,850				
rend_T.3_1		0,879				
rend_T.3_2		0,817				
tam.1						0,878
tam.2						0,889
tam.3						0,880
tam.4						0,868
tam.5				0,849		
tam.6				0,859		
tam.7				0,916		
tam.8			0,931			
tam.9			0,933			
tam.10			0,921			
tam.11	0,919					
tam.12	0,429					
tam.13	0,906					
tam.14					0,943	
tam.15					0,927	

Como podemos observar en la Tabla 2, salvo el ítem nº 12, el resto cumple el criterio especificado de ser superior al 0,7; por ello tomamos la decisión de eliminarlo y realizar de nuevo los índices de fiabilidad anteriormente expuestos, que se presentan en las Tablas 3 y 4.

Tabla 3. Alfa de Cronbach de las diferentes variables latentes consideradas, eliminando el ítem 12

ALFA DE CRONBACH	
Actitud hacia el uso	0,842
Calidad Técnica	0,956
Disfrute percibido	0,920
Facilidad uso percibida	0,847
Intención de uso	0,856
Utilidad Percibida	0,902

Tabla 4. Cargas eliminando el ítem 12

	ACTITUD HACIA EL USO	CALIDAD TÉCNICA	DISFRUTE PERCIBIDO	FACILIDAD USO PERCIBIDA	INTENCIÓN DE USO	UTILIDAD PERCIBIDA
rend_T.1_1		0,853				
rend_T.1_2		0,777				
rend_T.1_3		0,823				
rend_T.1_4		0,802				
rend_T.2_1		0,803				
rend_T.2_2		0,798				
rend_T.2_3		0,825				
rend_T.2_4		0,788				
rend_T.2_5		0,836				
rend_T.2_6		0,850				
rend_T.3_1		0,879				
rend_T.3_2		0,817				
tam.1						0,879
tam.2						0,888
tam.3						0,880
tam.4						0,868
tam.5				0,849		
tam.6				0,860		
tam.7				0,916		

[CONTINÚA PÁGINA SIGUIENTE]

	ACTITUD HACIA EL USO	CALIDAD TÉCNICA	DISFRUTE PERCIBIDO	FACILIDAD USO PERCIBIDA	INTENCIÓN DE USO	UTILIDAD PERCIBIDA
tam.8			0,931			
tam.9			0,933			
tam.10			0,923			
tam.11	0,933					
tam.13	0,926					
tam.14					0,942	
tam.15					0,927	

Como se observa en las dos últimas tablas, la eliminación del ítem 12 aumentaría considerablemente la fiabilidad de las diferentes variables latentes consideradas y permitiría aumentar la fiabilidad de los diferentes constructos.

El siguiente paso fue obtener el análisis de la “fiabilidad compuesta”, que permite medir la consistencia interna del bloque de indicadores, es decir de los indicadores que analizan las variables latentes (Lévy, 2006); lo que este indicador señala es que cada indicador está midiendo lo mismo y, por lo tanto, la variable latente se estable como bien considerada, marcándose de nuevo el valor de 0,7 como el nivel mínimo adecuado. En nuestro caso presentamos los valores alcanzados en la Tabla 5, y fueron todos superiores al 0,7.

Tabla 5. Fiabilidad compuesta

	FIABILIDAD COMPUESTA
Actitud hacia el uso	0,927
Calidad Técnica	0,961
Disfrute percibido	0,950
Facilidad uso percibida	0,908
Intención de uso	0,933
Utilidad Percibida	0,931

Seguidamente se obtuvo la validez convergente, que persigue analizar si un conjunto de indicadores representa un único constructo subyacente. Esto se puede demostrar por medio de su unidimensionalidad y se valora mediante la “Varianza Extraída Media” (AVE), que mide “... la cantidad total de la varianza de los indicadores tenida en cuenta por el constructo latente” (Lévy, 2006, p. 130). AVE que, de acuerdo con Bagozzi y Yi (1988), debe ser superior al 0,5 para que más del 50% de

las varianzas del constructo sea debida a los indicadores. En la Tabla 6 presentamos los valores alcanzados, que en todos los casos superan el valor citado.

Tabla 6. Varianzas extraídas media

	VARIANZA EXTRAÍDA MEDIA (AVE)
Actitud hacia el uso	0,864
Calidad Técnica	0,675
Disfrute percibido	0,862
Facilidad uso percibida	0,766
Intención de uso	0,874
Utilidad Percibida	0,772

El siguiente paso fue obtener la validez discriminante, que permite conocer si cada constructo establecido es significativamente diferente a los otros constructos establecidos. Su obtención requiere dos tipos de análisis: el criterio de Fornell-Larcker (Tabla 7) y las cargas factoriales cruzadas (Tabla 8). El primero de ellos se basa en que la varianza extraída media de un constructo ha de ser mayor que la varianza que dicho constructo comparte con los otros constructos del modelo (correlación al cuadrado entre dos constructos); de forma equivalente, las correlaciones entre los constructos han de ser menores (en valor absoluto) que la raíz cuadrada de la varianza media extraída. En la Tabla 7 los elementos de la diagonal son la raíz cuadrada de la varianza extraída media y los de fuera de la diagonal son las correlaciones entre constructos. Para que se cumpla el requisito, los valores que estén a la izquierda y por debajo de cada valor en negrita han de ser menores que él, hecho que se ha cumplido en todos los casos.

Tabla 7. Criterio de Fornell-Larcker

	ACTITUD HACIA EL USO	CALIDAD TÉCNICA	DISFRUTE PERCIBIDO	FACILIDAD USO PERCIBIDA	INTENCIÓN DE USO	UTILIDAD PERCIBIDA
Actitud hacia el uso	0,929					
Calidad Técnica	-0,572	0,821				
Disfrute percibido	0,812	-0,540	0,929			
Facilidad uso percibida	0,641	-0,493	0,644	0,875		
Intención de uso	0,816	-0,486	0,735	0,549	0,935	
Utilidad Percibida	0,729	-0,548	0,692	0,574	0,630	0,879

El análisis de las cargas cruzadas persigue analizar las correlaciones de un constructo con los ítems que pertenecen a otros constructos para, de esta forma, asegurarnos de que el ítem mide lo del constructo al que se ha incorporado; para que tales ítems sean significativos deben cargar más fuertemente sobre su propio constructo que sobre el resto. En la Tabla 8 se observa que todos los valores en negrita superan los obtenidos en el resto de cada columna.

Tabla 8. Matriz de cargas cruzadas

Cargas cruzadas

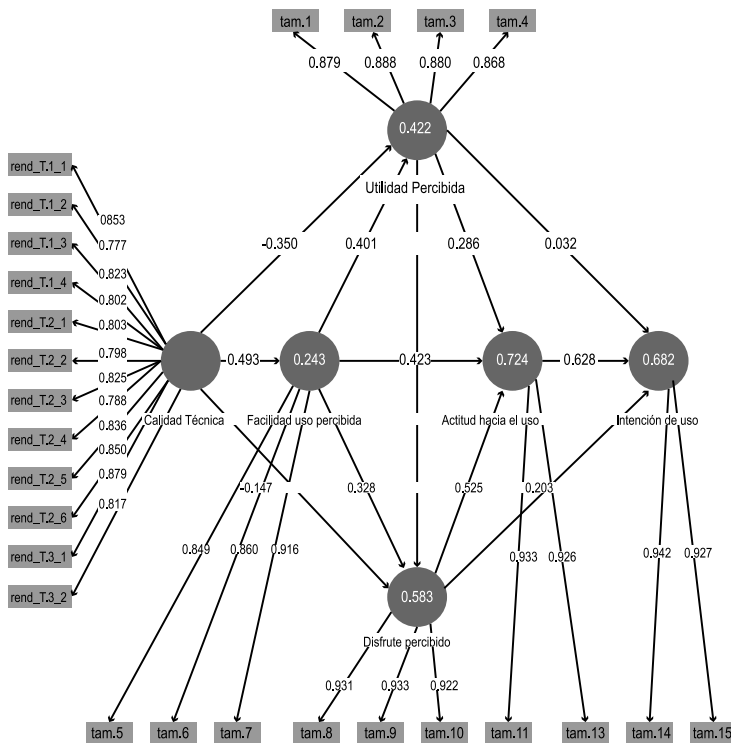
	ACTITUD HACIA EL USO	CALIDAD TÉCNICA	DISFRUTE PERCIBIDO	FACILIDAD USO PERCIBIDA	INTENCIÓN DE USO	UTILIDAD PERCIBIDA
rend_T.1_1	-0,455	0,853	-0,467	-0,361	-0,381	-0,466
rend_T.1_2	-0,416	0,777	-0,385	-0,295	-0,339	-0,384
rend_T.1_3	-0,532	0,823	-0,505	-0,408	-0,455	-0,543
rend_T.1_4	-0,458	0,802	-0,370	-0,308	-0,402	-0,393
rend_T.2_1	-0,451	0,803	-0,393	-0,398	-0,351	-0,396
rend_T.2_2	-0,404	0,798	-0,387	-0,419	-0,379	-0,392
rend_T.2_3	-0,447	0,825	-0,409	-0,435	-0,404	-0,405
rend_T.2_4	-0,391	0,788	-0,342	-0,390	-0,311	-0,401
rend_T.2_5	-0,495	0,836	-0,447	-0,411	-0,401	-0,493
rend_T.2_6	-0,541	0,850	-0,574	-0,453	-0,512	-0,509
rend_T.3_1	-0,581	0,879	-0,522	-0,485	-0,470	-0,531
rend_T.3_2	-0,417	0,817	-0,448	-0,447	-0,329	-0,426
tam.1	0,612	-0,465	0,571	0,503	0,521	0,879
tam.2	0,645	-0,516	0,607	0,496	0,535	0,888
tam.3	0,694	-0,492	0,668	0,523	0,590	0,880
tam.4	0,605	-0,451	0,579	0,493	0,564	0,868
tam.5	0,551	-0,410	0,549	0,849	0,485	0,454
tam.6	0,519	-0,389	0,510	0,859	0,438	0,454
tam.7	0,608	-0,486	0,622	0,916	0,514	0,585
tam.8	0,734	-0,505	0,931	0,575	0,654	0,645
tam.9	0,723	-0,499	0,933	0,586	0,655	0,652
tam.10	0,801	-0,501	0,921	0,629	0,734	0,632

[CONTINÚA PÁGINA SIGUIENTE]

	ACTITUD HACIA EL USO	CALIDAD TÉCNICA	DISFRUTE PERCIBIDO	FACILIDAD USO PERCIBIDA	INTENCIÓN DE USO	UTILIDAD PERCIBIDA
tam.11	0,933	-0,576	0,821	0,610	0,738	0,711
tam.13	0,926	-0,486	0,686	0,582	0,781	0,643
tam.14	0,811	-0,456	0,699	0,530	0,943	0,602
tam.15	0,710	-0,452	0,675	0,495	0,927	0,575

Efectuados los análisis que establecen la fiabilidad de los ítems y su consistencia dentro de las diferentes dimensiones que conforman el modelo TAM elaborado para la RA, pasaremos a analizar el modelo estructural formulado mediante la obtención de los coeficientes de regresión estandarizados (*path coefficients*), los valores de la t de student y los R2 (R-cuadrado); coeficiente que determina el porcentaje de varianza de un constructo que es explicado por las variables predictoras del mismo. En la Figura 3 se presentan los valores obtenidos.

Figura 3. Modelo estructural del modelo TAM formulado



Por lo que se refiere a las variables latentes contempladas en el modelo TAM formulado por Davis, y tras aplicar el SEM, encontramos que el 72,4% de la varianza de la variable latente “Actitud hacia el uso” es explicada por las variables latentes “Facilidad de uso percibida”, “Utilidad percibida” y “Disfrute percibido”; el 68,2% de la varianza de la variable latente “Intención de uso” está explicada por las variables latentes “Utilidad percibida”, “Actitud hacia el uso” y “Disfrute percibido”; el 58,3% de la varianza de la variable latente “Disfrute percibido” está explicado por las variables latentes “Utilidad percibida”, “Facilidad de uso percibida” y “Calidad técnica”; el 42,2% de la varianza de la variable latente “Utilidad percibida” está explicado por las variables latentes “Facilidad de uso percibida” y “Calidad Técnica”, y solamente el 24,3% de la varianza de la variable “Facilidad de uso percibida” está explicado por la variable latente “Calidad técnica”.

En la Tabla 9 se muestra el porcentaje de varianza explicado de cada una de las variables latentes por sus correspondientes variables predictoras.

Tabla 9. Varianza explicada por cada variable latente

VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLES PREDICTORAS	PATH	CORRELACIÓN	VARIANZA EXPLICADA
Actitud hacia el uso	Disfrute percibido	0,525	0,812	42,6%
	Facilidad de uso percibida	0,140	0,641	9,0%
	Utilidad percibida	0,286	0,729	20,8%
Disfrute percibido	Calidad técnica	-0,147	-0,540	7,9%
	Facilidad de uso percibida	0,328	0,644	21,1%
Facilidad de uso percibida	Utilidad percibida	0,423	0,692	29,3%
	Calidad técnica	-0,493	-0,493	24,3%
Intención de uso	Actitud hacia el uso	0,628	0,816	51,2%
	Disfrute percibido	0,203	0,735	14,9%
	Utilidad percibida	0,032	0,630	2,0%
Utilidad percibida	Calidad técnica	-0,350	-0,548	19,2%
	Facilidad de uso percibida	0,401	0,574	23,0%

Ahora bien, es necesario establecer si tales valores son significativos, y para ello calculamos los valores de la *t* de student de los valores *path*, utilizando la técnica de bootstrap, alcanzándose las puntuaciones que presentamos en la Tabla 10.

Tabla 10. Valores t de Student y p-valores de los coeficientes path

VALORES T Y P-VALORES

	MUESTRA ORIGINAL	MEDIA DE LA MUESTRA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	ESTADÍSTICOS T	P VALORES
Actitud hacia el uso-Intención de uso	0,628	0,630	0,069	9,123	0,000(**)
Calidad Técnica-Disfrute percibido	-0,147	-0,149	0,039	3,743	0,000(**)
Calidad Técnica-Facilidad uso percibida	-0,493	-0,500	0,049	10,061	0,000(**)
Calidad Técnica- Utilidad Percibida	-0,350	-0,356	0,064	5,432	0,000(**)
Disfrute percibido-Actitud hacia el uso	0,525	0,528	0,045	11,663	0,000(**)
Disfrute percibido -> Intención de uso	0,203	0,203	0,070	2,915	0,004(**)
Facilidad uso percibida-Actitud hacia el uso	0,140	0,139	0,048	2,902	0,004(**)
Facilidad uso percibida-Disfrute percibido	0,328	0,325	0,058	5,708	0,000(**)
Facilidad uso percibida-Utilidad Percibida	0,401	0,397	0,062	6,474	0,000(**)
Utilidad Percibida-Actitud hacia el uso	0,286	0,284	0,047	6,029	0,000(**)
Utilidad Percibida-Disfrute percibido	0,423	0,423	0,058	7,311	0,000(**)
Utilidad Percibida-Intención de uso	0,032	0,030	0,054	0,591	0,555

nota: **=significativo al 0,01

Como podemos observar, todas las relaciones establecidas son significativas al nivel de significación 0,01 o inferior, salvo la encontrada entre “Utilidad Percibida - Intención de uso”.

El modelo también indica la influencia de los diferentes indicadores en las variables latentes que analizan. Y de nuevo podemos observar, en la Tabla 4, que los valores de las cargas son verdaderamente altos y superan en todos los casos el valor 0,75. En concreto, en los ítems formulados para la variable latente “Calidad técnica”, las cargas de los ítems van desde 0,777 (ítem 1.2) a 0,879 (ítem 3.1); en los formulados para la “Utilidad percibida” desde 0,866 (ítem 4) a 0,888 (ítem 3); en “Facilidad de uso percibido”, desde 0,849(ítem 5) a 0,916 (ítem 7); en “Disfrute

percibido”, desde 0,922 (ítems 10) a 0,933 (ítem 9); en “Actitud hacia el uso” con 0,926 (ítem 13) y 0,933 (ítem 11); y por lo que se refiere a la “Intención del uso” con 0,927(ítem 15) y 0,942 (ítem 14).

Por último, para evaluar la bondad de ajuste del modelo estructural utilizamos el indicador SRMR (*Standardized Root Mean square Residual*), que arrojó un valor de 0,050, el cual es menor que 0,08, lo que indicaría un buen ajuste del modelo (Hu y Bentler, 1999).

CONCLUSIONES

La primera de las conclusiones se refiere a la validez del modelo SEM para analizar modelos elaborados por diferentes motivos y no solo por la obtención del índice de fiabilidad, sino sobre todo porque nos permite conocer los aportes que cada constructo realiza sobre el modelo, la influencia que cada ítem presenta sobre el constructo concreto en el cual se ha insertado, la duplicidad de influencias de ítems sobre constructos, y la valoración del constructo completo.

De forma específica, el modelo SEM nos ha servido, como sugiere Cupani (2012), para confirmar la robustez del modelo teórico elaborado por nosotros para la RA, y que seguía la propuesta TAM formulada por Davis (1989).

Por lo que se refiere a la fiabilidad del instrumento de diagnóstico utilizado para el diagnóstico del TAM, tenemos que decir que es elevada, pero se aumentaría si, o bien fuese eliminado el ítem 12 (“Me he divertido utilizando el sistema de RA”), o, que es la propuesta que presentamos, fuese formulado positivamente, aunque en este caso pudiera llevar a obtener una valoración similar a la alcanzada con el ítem 9 (“Disfruté con el uso del sistema de RA”). Por ello, una de las propuestas de líneas de investigación va en la línea de replicar el estudio con la formulación positiva, ya que el modelo SEM nos permite conocer la influencia de cada ítem en el constructo, y ver si se solapan las influencias de los ítems.

Otra de las líneas futuras es la aplicación del modelo de ecuaciones estructurales a las nuevas versiones que se han formulado del modelo TAM, como los denominados TAM2 (Venkatesh y Davis, 2000) y TAM3 (Venkatesh y Bala, 2008). O la transformación del modelo TAM creada por Venkatesh, Morris, Davis y Davis (2003), denominado “Teoría Unificada de Aceptación de la Tecnología” (UTAUT).

Por último, sería interesante la replicación del modelo con tecnologías diferentes a la RA y, sobre todo, con las denominadas tecnologías emergentes, como, por ejemplo, la realidad virtual.

Fecha de recepción del original: 23 de julio 2017

Fecha de aceptación de la versión definitiva: 5 de noviembre 2017

REFERENCIAS

- Akçayır, M., Akçayır, O., Pektas, H. y Ocak, M. (2016). Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories. *Computers in Human Behavior*, 57, 334-342.
- Arbuckle, J. L. (1997). *Amos Users' Guide. Version 3.6*. Chicago: SmallWaters Corporation.
- Avendaño, V. C. Chao, M. M. y Mercado, O. (2012). La gestión del conocimiento en ambientes de aprendizaje que incorporan la realidad aumentada: el caso de la Universidad Virtual del Estado de Guanajuato en el nivel Bachillerato. *Revista educación y futuro digital*, 2, 51-67.
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S. y Kinshuk, G. (2014). Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. *Educational Technology y Society*, 17(4), 133-149.
- Bagozzi, R. y Yi, Y. (1988). On the evaluation of structural equation models. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 1674-1694.
- Barba, R., Yasaca, S. y Manosalvas, C. (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*, 3, (pp. 1421-1429). Cádiz: Bubok Publishing S.L.
- Bongiovani, P. (2013). Realidad aumentada en la escuela: Tecnología, experiencias e ideas. *Educ@conTIC*. Extraído el 20 de mayo de 2016 de <http://www.educcontic.es/blog/realidad>
- Bressler, D. M. 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*, 29(6), 505-517.
- Byrne, B. M. (2006). *Structural Equation Modeling With Eqs: Basic Concepts, Applications, and Programming (Multivariate Applications)*. New York: SAGE Publications.
- Cabero, J. y Barroso, J. (2016). The educational possibilities of Augmented Reality. *NAER. New Approaches in Educational Research*, 5(1), 44-50.
- Cabero, J. y García, F. (Coords.) (2016). *Realidad aumentada. Tecnología para la formación*. Madrid: Síntesis.
- Cabero, J., Leiva, J., Moreno, N., Barroso, J. y López, E. (2016). *Realidad Aumentada y Educación. Innovación en contextos formativos*. Barcelona: Octaedro.

- Carmine, E.G. y Zeller, R.A. (1979). *Reliability and validity assesment*. N. 07-017, Sage University Paper Series on Quantitative Applications in the Social Sciences. Beverly Hills: Sage.
- Carozza, L., Tingdahi, D., Bosché, F. y Gool, L. (2014). Markerless Vision-Based Augmented Reality for Urban Planning. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 29(1), 2-17.
- Chang, H., Wu, K. y Hsu, Y. (2013). Integrating a mobile augmented reality activity to contextualize student learning of a socioscientific issue. *British Journal of Educational Technology*, 44(3), E95-E99.
- Chen, C-M. y Tsai, Y.-N. (2012). Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools. *Computers & Education*, 59, 638-652.
- Chen, Y-H. y Chengalur-Smit, I. (2015). Factors influencing students' use of a library Web portal: Applying course-integrated information literacy instruction as an intervention. *Internet and Higher Education*, 21, 42-55.
- Cheng, Y., Lou, S., Kuo, S. y Shih, R. (2013). Investigating elementary school students' technology acceptance by applying digital game-based learning to environmental education. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(1), 96-110.
- Cózar, R., de Moya, M., Hernández, J. y Hernández, J. (2015). Tecnologías emergentes para la enseñanza de las Ciencias Sociales. Una experiencia con el uso de Realidad Aumentada en la formación inicial de maestros. *Digital Education Review*, 27, 138-153.
- Cubillo, J., Martín, S., Castro, M., y Colmenar, A. (2014). Recursos digitales autónomos mediante realidad aumentada. *RIED*, 17(2), 241-274.
- Cupani, M. (2012). Análisis de Ecuaciones Estructurales: conceptos, etapas de desarrollo y un ejemplo de aplicación. *Revista Tesis*, 1, 186-199.
- Davis, F. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.
- de la Torre, J. Martín-Dorta, N., Saorín, J.L., Carbonell, C. y Contero, M. (2013). Entorno de aprendizaje ubicuo con realidad aumentada y tabletas para estimular la comprensión del espacio tridimensional. *RED, Revista de Educación a Distancia*, 37. Extraído el 27 de julio de 2013 de <http://www.um.es/ead/red/37>
- de Pedro Carracedo, J. (2011). Realidad Aumentada: Un Nuevo Paradigma en la Educación Superior. *Actas del Congreso Iberoamericano Educación y Sociedad*, 300-307.
- de Pedro Carracedo, J. y Méndez, C. L. M. (2012). Realidad Aumentada: Una Alternativa Metodológica en la Educación Primaria Nicaragüense. *IEEE-RITA*, 7, 102-108.

- di Serio, A., Ibáñez, M. B. y Delgado, C. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586-596.
- Díaz, M. (2016). Augmented Reality Versus Virtual Reality: The Battle Is Real. *Techcrunch*. Extraído el 20 de junio de 2016 de <http://techcrunch.com/2016/01/04/ar-vs-vr-the-battle-is-real/?ncid=rss>.
- Fishbein, M. y Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research*. Reading: Addison-Wesley.
- Fombona, J., Pascual, M. J. y Madeira, M. F. (2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 41, 197-210.
- Fonseca, D., Redondo, E. y Valls, F. (2016). Motivación y mejora académica utilizando realidad aumentada para el estudio de modelos tridimensionales arquitectónicos. *Education in the Knowledge Society*, 17(1), 45-64.
- Han, J., Jo, M., Hyun, E. y So, H. (2015). Examining young children's perception toward augmented reality-infused dramatic play. *Education Technology Research Development*, 63, 455-474.
- Hsiao, C.H. y Yang, C. (2011). The intellectual development of the technology acceptance model: A co-citation analysis. *International Journal of Information Management*, 31, 128-136.
- Hu, L. y Bentler, P. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1-55.
- Huey-Min, S. y Wen-Lin, C. (2009). The input-interface of webcam applied in 3D virtual reality systems. *Computer & Education*, 53, 1231-1240.
- Jamali, S., Fairuz, M. Wai, K. y Oskam, C. (2015). Utilising mobile-augmented reality for learning human anatomy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 197, 659-668.
- Jeřábek, T., Rambousek, V. y Wildová, R. (2014). Specifics of Visual Perception of The Augmented Reality in The Context of Education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 159, 598-604.
- Johnson, L. y Adams, S. (2016). *NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition*. Austin: The New Media Consortium.
- Kahn, J. H. (2006). Factor analysis in Counseling Psychology research, training and practice: Principles, advances and applications. *The Counseling Psychologist*, 34, 1-36.
- Kamarainen, A., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M. y Dede, C. (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and pro-

- beware with environmental education field trips. *Computers & Education*, 68, 545-556.
- Kerlinger, F. y Lee, H. (2002). *Investigación del comportamiento. Métodos de investigación en las ciencias sociales*. México: McGraw-Hill.
- Kim, K., Hwang, J. y Zo, H. (2016). Understanding users' continuance intention toward smartphone augmented reality applications. *Information Development*, 32(2), 161-174.
- Ko, Ch-H., Chang, T., Chen, Y. y Hua, L. (2011). The Application of Augmented Reality to Design Education. En M. Chang, W-Y. Hwang, M-P. Chen y W. Müller (Eds.), *Edutainment Technologies. Educational Games and VirtualReality/ Augmented Reality Applications* (pp. 20-24). Heidelberg-Berlin: Springer.
- Kumar, S. y Kumar, J. (2013). Technology acceptance model for the use learning through websites among students in Oman. *International Arab Journal of e-Technology*, 3(1), 44-49.
- Leiva, J.J. y Moreno, N. (2015). Tecnologías de geolocalización y realidad aumentada en contextos educativos: experiencias y herramientas didácticas. *Revista DIM*, 31, 1-18.
- Lévy, J-P. (2006). *Modelización con estructuras de covarianzas en ciencias sociales: temas esenciales, avanzados y aportaciones especiales*. Coruña: Netbiblo.
- Lin, T., Been-Lirn, H., Li, N., Wang, H. y Tsa, C. (2013). An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system. *Computers & Education*, 68, 314-321.
- Liu, T. Y. (2009). A context-aware ubiquitous learning environment for language listening and speaking. *Journal of Computer Assisted Learning*, 25, 515-527.
- López Bonilla, L.M. y López Bonilla, J.M. (2011). Los modelos de adopción de tecnologías de la información desde el paradigma actitudinal. *Cadernos EBA-PE.BR*, 9(1), 177-197.
- Mohammadi, H. (2015). Investigating users' perspectives on e-learning: An integration of TAM and IS success model. *Computers in Human Behavior*, 45, 359-374.
- O'Dwyer, L. y Bernauer, J. (2014). *Quantitative research for the qualitative researcher*. California: Sage.
- Pasaréti, O., Hajdin, H., Matusaka, T., Jámbori, A., Molnár, I., y Tucsányi-Szabó, M. (2011). *Augmented Reality in education*. INFODIDACT 2011 Informatika Szakmódszertani Konferencia. Extraído el 20 de febrero de 2013 de http://people.inf.elte.hu/tomintt/infodidact_2011.pdf.
- Persico, D., Manca, S. y Pozz, F. (2014). Adapting the Technology Acceptance

- Model to evaluate the innovative potential of e-learning systems. *Computers in Human Behavior*, 30, 614-622.
- Prendes, C. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 46, 187-203.
- Redondo, E., Sánchez, A. y Moya, J. (2012). La ciudad como aula digital. Enseñando urbanismo y arquitectura mediante mobile learning y la realidad aumentada. Un estudio de viabilidad y de caso. *Ace: Architecture, City and Environment*, 7(19). Extraído el 1 de abril de 2015 de <http://upcommons.upc.edu/revistes/handle/2099/12344>.
- Rodríguez, M. (2013). *Experimentando la realidad aumentada. Integrando tecnología en el salón de clase*. Disponible en <http://mbintegrandotecnologia.blogspot.com.es>
- Ruiz, D. (2011). La Realidad Aumentada y su dimensión en el arte: la obra aumentada. *Arte y Políticas de Identidad*, 5, 129-144.
- Ruiz, M., Pardo, A. y San Martín, R. (2010). Modelo de ecuaciones estructurales. *Papeles del psicólogo*, 31(1), 34-45.
- Sánchez, R. y Hueros, A. D. (2010). Motivational factors that influence the acceptance of Moodle using TAM. *Computers in Human Behavior*, 26(6), 1632-1640.
- Santos, M., Wolde, A., Taketomi, T., Yamamoto, G., Rodrigo, M., Sandor, C. y Kato, H. (2016). Augmented reality as multimedia: the case for situated vocabulary learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 11(4), 1-23.
- Tecnológico de Monterrey (2015). *Reporte EduTrends. Radar de Innovación Educativa 2015*. Monterrey: Tecnológico de Monterrey.
- Teo, T. y Noyes, J. (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*, 57(2), 1645-1653.
- Torres, V.C., Robles, J.M. y Molina, O. (2011). ¿Por qué usamos las Tecnologías de la Información y la Comunicación? Un estudio sobre las bases sociales de la utilidad individual de Internet. *Revista Internacional de Sociología*, 69(2), 371-391.
- Tsai, M., Liu, P. y Yau, J. (2013). Using electronic maps and augmented reality-based training materials as escape guidelines for nuclear accidents: An explorative case study in Taiwan. *British Journal of Educational Technology*, 44(1), E18-E21.
- Venkatesh, V. y Bala, H. (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision Sciences*, 39(2), 273-312.
- Venkatesh, V. y Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186-204.

- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B. y Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478.
- Wai-tsz, R., Chi-kin, J., Chang, C., Zhang, Z. y Chiu, A. (2014). Digital teaching portfolio in higher education: Examining colleagues' perceptions to inform implementation strategies. *Internet and Higher Education*, 20, 60-68.
- Wai-tsz, R., Chi-kin, J., Chang, C., Zhang, Z., Chiu, A. y Ping, C. (2014). Digital teaching portfolio in higher education: Examining colleagues' perceptions to inform implementation strategies. *Internet and Higher Education*, 20, 60-68.
- Wojciechowski, R. y Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & Education*, 68, 570-585.
- Wu, H-S., Wen-Yu, S., Chang, H-Y. y Liang, J. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49.
- Yong, L.A., Rivas, L.A. y Chaparro, J. (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*, 20(36), 187-204.

ANEXO

Instrumento de diagnóstico del TAM

UTILIDAD PERCIBIDA

1. El uso de este sistema de RA mejorará mi aprendizaje y rendimiento en esta asignatura
 2. El uso del sistema de RA durante las clases me facilitaría la comprensión de ciertos conceptos
 3. Creo que le sistema de RA es útil cuando se está aprendiendo
 4. Con el uso de la RA aumentaría mi rendimiento
-

FACILIDAD DE USO PERCIBIDA

5. Creo que el sistema de RA es fácil de usar
 6. Aprender a usar el sistema de Ra no es un problema para mí
 7. Aprender a usar le sistema de RA es claro y comprensible
-

DISFRUTE PERCIBIDO

8. Utilizar el sistema de RA es divertido
 9. Disfruté con el uso del sistema de RA
 10. Creo que el sistema de RA permite aprender jugando
-

[CONTINÚA PÁGINA SIGUIENTE]

INTENCIÓN DE UTILIZARLA

11. El uso de un sistema de RA hace que el aprendizaje sea más interesante
 12. Me he aburrido utilizando el sistema de RA
 13. Creo que le uso de un sistema de RA en el aula es una buena idea
-

INTENCIÓN DE UTILIZARLA

14. Me gustaría utilizar en el futuro el sistema de RA si tuviera oportunidad
 15. Me gustaría utilizar el sistema de RA para aprender anatomía como otros temas
-

Instrumento de diagnóstico calidad de los objetos en RA

1. ASPECTOS TÉCNICOS Y ESTÉTICOS

- 1.1. El funcionamiento del recurso en RA que te hemos presentado es:
 - 1.2 En general, la estética del recurso producido en RA lo consideras:
 - 1.3 En general, el funcionamiento técnico del recurso producido en RA lo calificaría de:
 - 1.4. En general, cómo valorarías la presentación de la información en la pantalla:
-

2. FACILIDAD DE UTILIZACIÓN

- 2.1. Cómo calificará la facilidad de utilización y manejo del recurso en RA que te hemos presentado:
 - 2.2. Cómo calificarías la facilidad de comprensión del funcionamiento técnico del recurso en RA que te hemos presentado:
 - 2.3. Desde tu punto de vista, cómo valoraría el diseño general del recurso en RA que hemos elaborado:
 - 2.4. Desde tu punto de vista, cómo valoraría la accesibilidad/usabilidad del recurso en RA que te hemos presentado:
 - 2.5. Desde tu punto de vista, cómo valoraría la flexibilidad de utilización del material en RA que te hemos presentado:
 - 2.7. El utilizar el recurso en RA producido te fue divertido:
-

3. GUÍA / TUTORIAL DEL PROGRAMA

- 3.1. En general, cómo calificaría de eficaz y comprensible la información ofrecida para manejar el recurso en RA que te hemos presentado:
 - 3.2. La información ofrecida para manejar el recurso en RA te fue simple y comprensible.
-

