



## **La producción de objetos de aprendizaje en “Realidad Aumentada”: la experiencia del SAV de la Universidad de Sevilla**

### **Productions of learning objects production in Augmented Reality: the experience of SAV of the University of Seville**

**Julio Cabero Almenara**  
Universidad de Sevilla  
[cabero@us.es](mailto:cabero@us.es)

**Fernando García Jiménez**  
Universidad de Sevilla  
[fegar@us.es](mailto:fegar@us.es)

**Julio Barroso Osuna**  
Universidad de Sevilla  
[jbarroso@us.es](mailto:jbarroso@us.es)

#### **RESUMEN.**

La Realidad Aumentada (RA), se presenta como una tecnología con unas fuertes posibilidades de aplicación en el terreno educativo. En el presente artículo presentamos los resultados de una experiencia llevada a cabo en Secretariado de la Universidad de Sevilla, en materia de producción de objetos de RA para su aplicación en diferentes áreas de conocimiento. El estudio pone de manifiesto la potencialidad de esta tecnología en los procesos de enseñanza-aprendizaje, a la vez que constata la relevancia de instituciones como el Secretariado de Recursos Audiovisuales en las diferentes tareas relacionadas con el diseño y producción de TIC, asesorando y apoyando al profesorado en la correcta integración curricular de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

#### **PALABRAS CLAVE.**

Realidad aumentada, Diseño de materiales educativos.

#### **ABSTRACT.**

The augmentative reality (AR) appears as a technology with a few strong possibilities of application in the educational area. In the present article let's sense beforehand the results of an experience carried out in Secretariat of the University of Seville, for production of AR's objects for his application in different areas of knowledge. The study reveals the potential of this technology in the processes of education-learning, simultaneously that states the relevancy of institutions as the Secretariat of Audio-visual Resources in different tasks related to the design and production of TIC, advising and resting to the teachers on the correct curricular in tegration of the TIC on the processes of education - learning.

#### **KEY WORDS.**

Augmentatative reality, Design of educational materials.





## 1.- La Realidad Aumentada: una tecnología emergente.

La "Realidad Aumentada" ("augmented reality") (RA), se está presentando como una tecnología con fuertes posibilidades de aplicación en el terreno educativo y con un horizonte de penetración en las instituciones educativas de entre dos y tres años (García et al., 2010; Durall, Gros, Maina, Johnson, & Adams, 2012; Johnson et al., 2013 y 2016). Penetración que se está viendo reflejada en el aumento de proyectos de investigación que analizan sus posibilidades educativas (Bacca et al., 2014; Cabero & Barroso, 2016; Santos et al., 2016), aunque debemos reconocer que todavía son minoritarias (Cabero & García, 2016). Aspecto en el que han influido el aumento de los dispositivos móviles en la nuestra sociedad de forma general y en los jóvenes en particular (Castaño & Cabero, 2013; Sevillano & Vázquez-Cano, 2015).

Para definir la RA nos puede ser de utilidad su diferenciación con la "Realidad Virtual" (RV), como nos señalan Johnson et al. (2016, 40): "La realidad aumentada y realidad virtual están separadas pero estrechamente relacionadas con las tecnologías. La realidad aumentada se caracteriza por la incorporación de información digital incluyendo imágenes, vídeo y audio en el mundo real. La RA pretende mezclar la realidad con lo virtual, lo que permite a los usuarios interactuar con los dos objetos, el físico y el digital. La RV permite a los usuarios el paso a un mundo alternativo de inmersión, simulado por ordenador donde pueden ocurrir experiencias sensoriales".

Como han señalado distintos autores (García et al., 2010; Fombona et al., 2012; Muñoz, 2013; Prendes, 2015; Cabero & Barroso, 2016; Cabero & García, 2016; Johnson et al., 2016) la RA es la conjunción de información digital y física en tiempo real a través de diferentes dispositivos tecnológicos, para crear una nueva realidad, para lo cual tanto la realidad física como la digital son necesarias. Creándose de esta forma una escenografía mediática, que incrementa la calidad y cantidad de información a la cual el sujeto puede tener acceso.

Para su puesta en acción se pueden seguir diferentes procedimientos que van desde la utilización de los códigos QR, imágenes, objetos en 3D, coordenadas cartesianas, o huellas termales (Cabero & García, 2016). Aunque por lo general, nos encontramos con dos grandes posibilidades, los sistemas de RA basados en la ubicación y los basados en imágenes: "Los sistemas de RA basados en la localización utilizan los datos sobre la posición de los dispositivos móviles, determinado por el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) o Sistemas de posicionamiento basados en Wi-Fi. La RA basada en imágenes se centra en técnicas de reconocimiento de imagen utilizados para determinar la posición de objetos físicos en el entorno real para la ubicación apropiada de los contenidos virtuales relacionados con estos objetos." (Wojciechowski & Cellary, 2013, 572).

Para la observación de los objetos producidos, contamos con una diversidad de instrumentos que van desde los convencionales (vídecámaras, tablet, smartphone,...) hasta los más novedosos (gafas especiales, consolas de videojuegos,...). El lector interesado en profundizar en los diferentes dispositivos de visionado, puede acceder a la "Comunidad Virtual – RAFODIUN" creada en Google+ bajo el auspicio de un proyecto de investigación denominado "Realidad Aumentada para aumentar la formación" (EDU2014-57446-P), donde constantemente sus miembros aportan información sobre dispositivos de



visionados. Por otra parte para la producción de estos objetos: Ayar, Junaio, Wikitude, Metaio, Hoppala, Layar,... (Cabero & García, 2016).

Como se ha señalado, se incrementa progresivamente su incorporación a la enseñanza en los últimos años, ya contamos con experiencias en diferente disciplinas, desde ingeniería (De la Torre et al., 2013), arquitectura (Carozza et al., 2012; Redondo, et al., 2012; De la Torre et al., 2013), el urbanismo (Carozza et al., 2014), la medicina (Johnson et al., 2016), las matemáticas y geometría (Avendaño et al., 2012; De Pedro et al., 2012; Bujak et al. 2013; Coimbra et al, 2015), el arte y la historia (Ruiz, 2011), el aprendizaje de idiomas (Tsai et al., 2013; Santos et al., 2016), el diseño (Ko et al., 2011), las ciencias naturales (Fracchia et al., 2015), la química y la física (Pasaréti et al., 2011; Lin et al., 2013), y la geografía (Klopfer & Squire, 2008; Tsai, Liu, & Yau, 2013). El lector interesado en conocer más aplicaciones puede adentrarse en la comunidad virtual anteriormente especificada.

Aunque sus aplicaciones educativas se están realizando en todos los niveles educativos, (Bongiovani, 2013; Prendes, 2015; Liu, 2009; Pasaréti et al., 2011; Avendaño et al., 2012; De Pedro Carracedo, & Méndez, 2012; Bressler & Bodzin, 2013; De la Torre et al., 2013; Di Serio et al., 2013; Kamarainen et al., 2013) son en los universitarios donde está alcanzando un fuerte interés (Redondo et al., 2012; Lin et al., 2013; Pei-Hsun & Ming-Kuan, 2013; Rodríguez, 2013; Santos et al., 2015; Johnson et. al., 2016).

Y es precisamente en este contexto donde se desarrolla la experiencia que presentamos.

## **2.- La organización de las “Tecnologías de la Información y Comunicación” (TIC) en el “Secretariado de Recursos Audiovisuales” (SAV) de la Universidad de Sevilla.**

Dobrov (1979) indicó que frente a los componentes tradicionales de cualquier elemento tecnológico: hardware y software; deberíamos contemplar uno nuevo, que denominó “ordgware”, o componente organizativo que garantizaría que los otros dos elementos funcionarían correctamente. Las respuestas que desde las instituciones educativas se ha dado respecto a este componente organizativo han sido diversas, y han ido desde los rincones tecnológicos ubicados en los centros, hasta la creación de instituciones específicas que garantizaran la incorporación de las diferentes TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje a diferentes niveles: desde la administración y gestión escolar, la docencia o la investigación (Torres, 2013). Estas instituciones específicas han recibido diferentes tipos de nombre siendo el más usual en sus comienzos el de centros de recursos audiovisuales, multimedia y telemáticos (Cabero & Fernández, 2007; Cabero et al., 2008), aunque en la actualidad nos encontramos con otras denominaciones como son los de “Servicios” y “Secretariado.”

Independientemente de la denominación que reciban, lo que sí han puesto de manifiesto las investigaciones que han analizado el uso educativo que los profesores hacen de las TIC y las limitaciones con que se encuentran para su incorporación (Cabero & Llorente, 2011; Coronado et al., 2014; Badia, Meneses, & García, 2015; Morales et al., 2015), es la necesidad que los docentes tienen de que existan centros de apoyo que les ayuden y faciliten la producción de las TIC que van a aplicar en la enseñanza. Y es bajo esta filosofía desde la que se crea el “Secretariado de Recursos Audiovisuales y Nuevas Tecnologías” (SAV) (<http://www.sav.us.es>) de la Universidad de Sevilla en 1993, con la misión de impulsar la utilización de las TIC en la enseñanza universitaria, tanto en lo que respecta a la





docencia, como a la investigación y actividades de extensión universitaria, realizando tareas de producción de materiales en diferentes soportes (video, multimedia, telemáticos, televisivos...) (Cabero, 2012). Muchas de estas actividades han sido realizadas mediante convocatorias, como la de producción de vídeos didácticos, de materiales multimedia, o de materiales para las asignaturas en la red. En el curso 2014-15 ampliamos dichas convocatorias con una destinada a la producción de objetos de aprendizaje en formato de RA; convocatoria que se ha reproducido en el curso 2015-16 ([http://ra.sav.us.es/index.php?option=com\\_content&view=article&id=90:convo4-2&catid=13&Itemid=121](http://ra.sav.us.es/index.php?option=com_content&view=article&id=90:convo4-2&catid=13&Itemid=121)). Por lo que se refiere a la convocatoria que analizamos lo primero a señalar es que tuvo una fuerte demanda por el profesorado, presentándose 16 proyectos que correspondían a diferentes áreas de conocimiento, y aprobándose el final 8 (cuadro nº 1).

Nombre	Resultados	Dpto.
<b>Aplicación de las TIC para la educación en hábitos saludables y el control del ejercicio físico en adultos.</b>	Aplicación web Diabetech 36 paquetes AREL: Diabetech 1 a 36 (para Junaio)	Fisioterapia
<b>Rafodiun</b>	App Rafodiun	Didáctica
<b>Realidad Aumentada en Anatomía Humana</b>	3 Apps: Arusheart; Arusliver; Aruslung	Ingeniería del Diseño
<b>Mapa didáctico interactivo de los jardines del Monasterio de la Cartuja de Sevilla</b>	1 app RA	Urbanística y Ordenación del Territorio
<b>Realidad aumentada en la clase de ELE</b>	App Masele; y App El cuerpo humano	Lengua, Lingüística y Literatura
<b>Integración de la Videoteca y Fototeca de Cirugía Bucal en el Libro de Prácticas de Grado de la Asignatura</b>	18 apps: Lpcb 1 a Lpcb 18	Cirugía Bucal
<b>Aplicación de la Realidad Aumentada para el estudio microscópico de los órganos</b>	4 apps: Ankle; Shoulder; Coxofemoral; Cervical	Histología y Citología Normal y patológica
<b>Asistente RA para el aprendizaje de las representaciones 3D</b>	2 apps: Capitel I y Capitel II	Ingeniería Gráfica

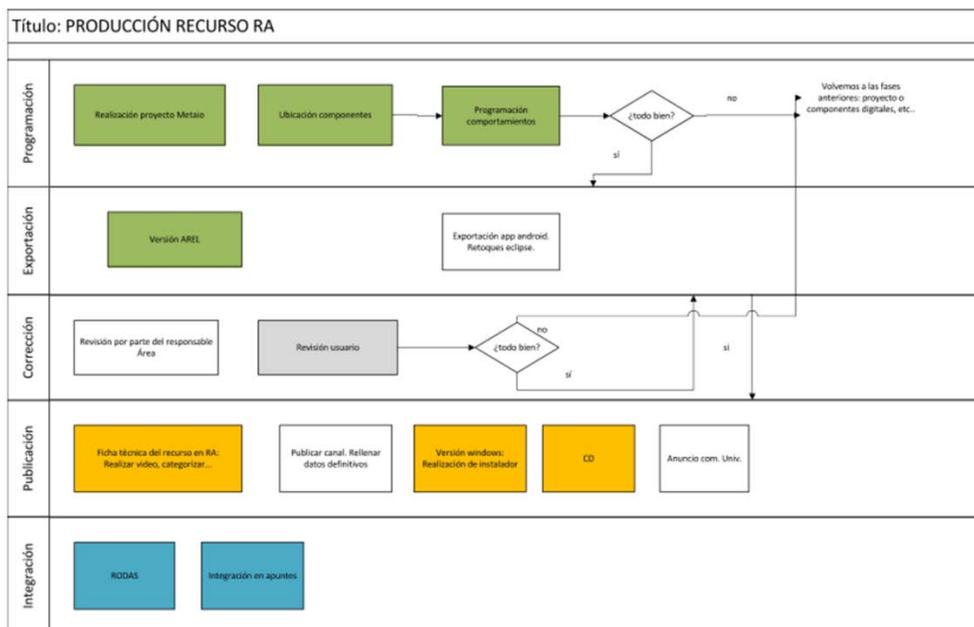
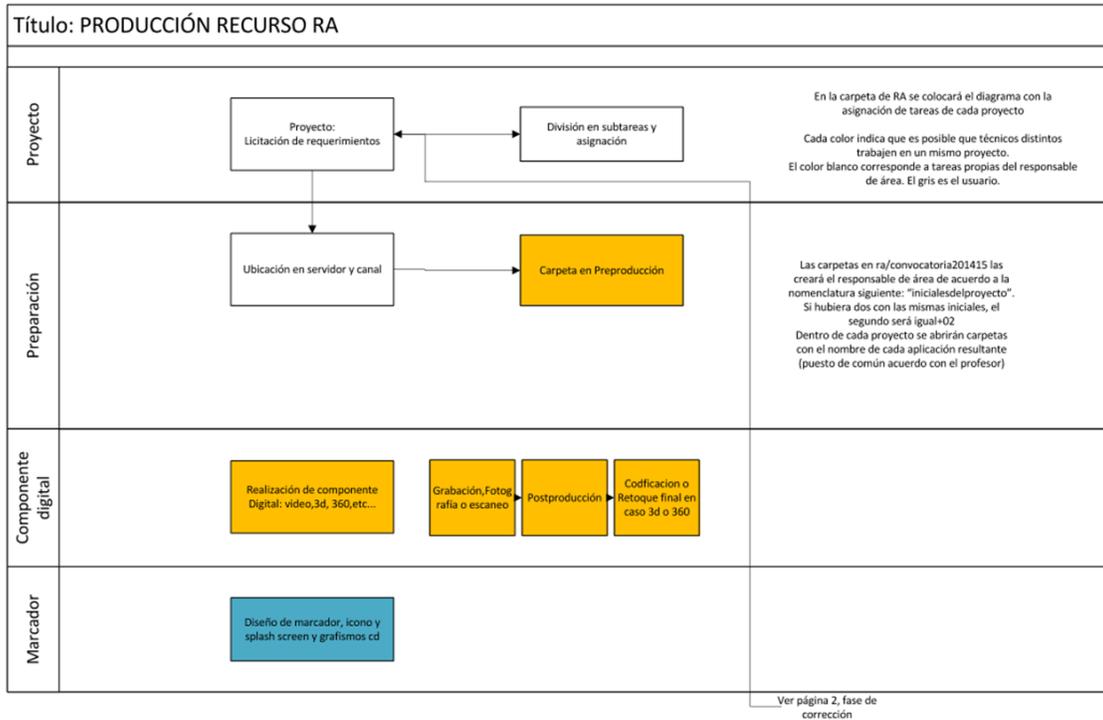
Cuadro 1. Proyectos de la Convocatoria de Producción de Realidad Aumentada 2014-15.

La mayoría de estas aplicaciones cuentan también con una versión de escritorio que pueden encontrar en <http://ra.sav.us.es>, así como su descripción y aplicación docente. La mayoría consisten en recursos de RA nivel 2 (el elemento activador consiste en una imagen ubicado en los apuntes), aunque es destacable el caso de Capitel II, que es clasificable como RA de nivel 3 (donde el elemento activador es un objeto 3D real, concretamente uno de los capiteles del cenador de Carlos V en el Alcázar de Sevilla) (fig. nº 1).





El proceso de producción seguido para ello se presenta en la figura nº 1.



Autor: Resp. área: Fernando García

Figura 1. Diagrama de flujo de Producción de RA 2014-15.



La fase más decisiva es la de programación y nuestras herramientas fundamentales fueron Metaio Creator y Metaio SDK. La programación necesaria para obtener las apps citadas se ha basado en AREL (Augmented Reality Experience Language), que funciona gracias a una combinación de código javascript y una definición de los objetos basados en un documento XML (Extended Markup Language). Una experiencia RA basada en AREL consiste en una parte estática, AREL XML, que tiene el contenido definido y sus enlaces a la ubicación de estos y una parte dinámica, AREL JavaScript, que define las interacciones y comportamientos sobre la escena.



Figura 2. Tomada de <http://dev.metaio.com/arel/overview/>.

AREL emplea los siguientes componentes: la parte XML (index.xml) define el contenido estático que debe ser cargado, como el archivo que contiene el tracking (TrackingData.zip), el que contiene la capa html (index.html), los modelos 3d o los vídeos (en la carpeta resources, como por ejemplo el archivo de vídeo .3g2). También define sus propiedades iniciales, como su tamaño, o sus coordenadas de posición, etc.

El archivo TrackingData.zip contiene la información propia del activador, trackable o marcador. Es lo que hemos construido como resultado de la fase llamada "marcador" y su construcción varía según este sea de naturaleza 2 ó 3.

La capa HTML5 (index.html) provee el interfaz gráfico del usuario que interactúa con el Metaio SDK (kit de desarrollo de software) gracias al Javascript Bridge (definido en arel.js).

Y el archivo logic.js contiene el contenido dinámico; es decir: la definición de funciones y los eventos que las desencadenan propiciando la interacción que el programador haya decidido.

Los archivos ubicados en la carpeta "resources", corresponden a los objetos que conforman la capa digital o componente virtual, los cuales son solicitados por la aplicación específica para ser combinados con la realidad física (o por navegadores de RA generales como Junaio).



¿Cómo hemos construido tales objetos? Dicho de otro modo, ¿qué herramientas hemos usado en la fase de producción "componente digital"? Los objetos virtuales más corrientes (como una imagen o un vídeo) no tienen ningún misterio para un usuario medio de TIC. Sin embargo, puede ser necesario indicar algunos aspectos singulares de la construcción de los objetos virtuales, más propios de los entornos RA: los vídeos transparentes o alpha, los modelos y animaciones 3D y las imágenes panorámicas de 360° o equirectangulares.

En cuanto a los vídeos transparentes, propios de apps como las de Diabetech, hemos usado Key Frame por medio de Adobe After Effects, para luego codificar el resultado con un script que usa ffmpeg en formato alpha.3g2.

Los modelos 3D de apps como las de histología han sido obtenidos mediante fotogrametría gracias a Autocatch123D, aunque en el caso de Aruslung hemos optado por un escáner Artec 3D Eva.

Algunos de los modelos proceden de galerías 3D públicas y han sido retocados con Blender y Maya, sobre todo para lograr las rotaciones que se observan en las apps de histología y anatomía. Otros han sufrido reducción de polígonos por medio de Rhino.

Las experiencias inmersivas que pueden observarse en Cartujapp se han logrado gracias a una herramienta incluida en Iphone 5 posteriormente retocadas con Adobe Photoshop. Las herramientas incluidas al efecto en Metaio Creator han permitido el efecto buscado sin necesidad de retocar el AREL resultante.

Por último, la publicación de las apps ha sido posible gracias a la generación del paquete apk necesario mediante Eclipse Luna.

### **3.- Desarrollo de la experiencia.**

Para conocer el grado de satisfacción que tenían los profesores tras participar en la experiencia, se les administró un cuestionario una vez realizada la experiencia con sus estudiantes, que constaba de los siguientes apartados:

- 1) Valoración de la calidad técnica del recurso en RA que les había producido el SAV.
- 2) Valoración de la calidad pedagógica-educativa del recurso.
- 3) Opinión del docente respecto a diferentes aspectos relacionados con el objeto en RA que se le había producido y sus posibilidades educativas.
- 4) Posibilidades que podría tener para la asignatura que impartía la RA.
- 5) Y la conveniencia de seguir realizando por el SAV convocatorias centradas en la producción de objetos de aprendizaje en formato RA.

Estos bloques de preguntas eran cerradas, y salvo en el tercero, donde tenían que ofrecer una puntuación de 0 a 10; tenían una construcción tipo Likert de 30 ítems y cinco opciones de respuestas desde "completamente en desacuerdo" a "completamente de acuerdo" con la afirmación que se le presentaba. El cuestionario recogía información en tres grandes dimensiones: facilidad de uso (FU), valor educativo (VE) y calidad técnica (CT).

El cuestionario finalizaba con dos preguntas abiertas, destinadas a conocer los aspectos más positivos y negativos que para el docente había tenido el participar en la convocatoria de producción de objetos de aprendizaje en RA.

La encuesta se administró vía Internet en septiembre de 2016.





#### 4.- Resultados obtenidos.

Por lo que se refiere a la valoración de la calidad técnica de los recursos en RA producidos por el SAV, se obtuvo una media global de 8,1134 con una desviación típica del 2,4953. El valor más bajo que se obtuvo fue de 7,706 con una desviación de 2,8453, y le mayor de 8,882 con una desviación típica del 1,9001.

Por lo que se refiere a la calidad pedagógica, la puntuación media alcanzada para el conjunto de todos los objetos fue de 8,1456 con una desviación típica de 2,3578. El valor mínimo obtenido en un objeto fue de 7,941 con una desviación típica del 2,5365, y el máximo de 8,881 con una desviación típica del 1,8956.

Respecto a la opinión que tenían de diferentes aspectos relacionados con los objetos producidos en RA y sus posibilidades educativas, en la tabla nº 1, presentamos las medias y desviaciones típicas alcanzadas.

Ítem	Media	D.t.
1. Los recursos producidos han sido fáciles de utilizar por los estudiantes. (FU)	4,941	0,2425
2. Me ha resultado a usted sencillo acceder a la descarga de la aplicación del objeto en Realidad Aumentada (RA). (FU)	4,471	0,5145
3. Según su opinión a los estudiantes le resultó fácil el acceder a la descarga de la aplicación del objeto en RA. (FU)	4,471	0,8745
4. El recurso en RA producido me fue fácil incorporarlo al proceso de enseñanza-aprendizaje. (VE)	5,000	0,0000
5. Según su opinión el formato del recurso en RA producido, facilitó la interacción con el mismo por parte del estudiante. (FU)	5,000	0,0000
6. La calidad del objeto en RA producido fue verdaderamente positiva. (CT)	4,765	0,4372
7. La utilización por parte de los alumnos del objeto en RA producido les motivó al aprendizaje de los conceptos y contenidos que se explicaban. (VE)	4,765	0,4372
8. Las opciones de interacción (rotar, aumentar,...) que se ofrecían en el objeto en RA producido hacían que la manipulación se asimilase a una experiencia real. (CT)	4,471	0,5145
9. El recurso producido se ajustaba claramente a la realidad. (CT)	4,706	0,4697
10. A los alumnos les resultó complejo comprender el manejo de los objetos producidos en RA. (FU)	1,529	0,5145
11. La iluminación de los modelos en 3D que se pudieron diseñar para el objeto en RA realizado era realista. (FU)	4,176	0,8090
12. Desde el punto de vista educativo la experiencia de la interacción de los alumnos con el objeto en RA producido fue muy significativa. (CT)	4,412	0,5073
13. Los alumnos se sintieron muy motivados en las sesiones de clase donde se incorporaron los objetos en RA producidos. (VE)	4,412	0,5073
14. En las clases donde utilicé los objetos en RA producidos, los alumnos aumentaron su participación. (VE)	3,824	0,8090
15. El contenido de texto, audio e imágenes incorporados en el objeto en RA producido facilitaba la interacción. (CT)	4,941	0,2425
16. La forma en la cual fue producido el objeto de RA facilitaba la observación del concepto/objeto/fenómeno por parte del estudiante. (VE)	4,765	0,4372





17.La interacción con el objeto de RA por parte del estudiante fue complicada. (FU)	1,235	0,4372
18.El recurso producido permitía altos niveles de interacción por parte del estudiante. (VE)	4,059	0,8993
19.El recurso en RA facilitó la adquisición de los conceptos tratados por parte del estudiante. (VE)	4,412	0,5073
20.El recurso producido por parte del estudiante ayudó a la comprensión del tema tratado. (VE)	4,706	0,4697
21.Creo que con la utilización de los recursos en RA en clase los alumnos aprenderían y mejor los conceptos tratados. (VE)	5,000	0,0000
22.La utilización de objetos de aprendizaje en formato RA facilita poner en práctica los contenidos aprendidos previamente por los estudiantes. (VE)	4,706	0,4697
23.La utilización de objetos de aprendizaje en formato RA facilita poner en práctica por parte de los alumnos los contenidos presentados en clase. (VE)	4,941	0,2425
24.Desde un punto de vista técnico la calidad de la imagen del recurso de RA producido es bastante óptima. (CT)	4,647	0,4926
25.Desde un punto de vista técnico la calidad del audio del recurso de RA producido es bastante óptimo. (CT)	4,176	0,8090
26.Las explicaciones dadas para la utilización del recurso por parte del estudiante le resultaron fáciles de entender. (FU)	4,294	0,8489
27.El tamaño del marcador (imagen adjunta en el documento que permite la visualización de la capa digital) era adecuado. (FU)	4,529	0,5145
28.El marcador estaba bien integrado en el texto. (CT)	4,529	0,5145
29.El menú interactivo fue intuitivo y fácil de utilizar por los estudiantes. (FU)	4,941	0,2425
30.La utilización de estos recursos en RA fue compleja para la gran mayoría de los estudiantes. (FU)	1,353	0,4926

Tabla 1. Valores medios y desviaciones típicas alcanzadas en los diferentes ítems.

Comenzaremos nuestro análisis señalando que la puntuación media alcanzada en la globalidad del instrumento fue de 4,3922 con una desviación típica del 0,9996; lo que demuestra un alto grado de acuerdo expresado por los docentes con los ítems formulados. Valores medios que se incrementaría, si tenemos en cuenta que tres ítems estaban formulados de manera negativa y en ellos las puntuaciones medias alcanzadas fueron bastante bajas: "A los alumnos les resultó complejo comprender el manejo de los objetos producidos en RA" ( $m=1,529$ ;  $d.t.=0,5145$ ), "La interacción con el objeto de RA por parte del estudiante fue complicada" ( $m=1,235$ ;  $d.t.=0,4372$ ), y "La utilización de estos recursos en RA fue compleja para la gran mayoría de los estudiantes" ( $m=1,353$ ;  $d.t.=0,4926$ ).





En tres ítems se obtuvo la máxima puntuación, exactamente fueron valorado con 5: "El recurso en RA producido me fue fácil incorporarlo al proceso de enseñanza-aprendizaje", "Según su opinión el formato del recurso en RA producido, facilitó la interacción con el mismo por parte del estudiante" y "Creo que con la utilización de los recursos en RA en clase los alumnos aprenderían y mejor los conceptos tratados". La puntuación menor se obtuvo en el ítem "En las clases donde utilicé los objetos en RA producidos, los alumnos aumentaron su participación" ( $m=3,824$ ;  $d.t.=0,8090$ ).

El cuestionario, como hemos señalado pretendía recoger información en una serie de dimensiones, y en la tabla nº 2, se presentan los resultados alcanzados.

Dimensión	Media	D.t.
Facilidad de Uso	3,8236	1,5334
Valor de educativo	4,5989	0,6158
Calidad técnica	4,5809	0,5498

Tabla 2. Valores medios y desviaciones típicas alcanzadas en los diferentes ítems.

Como podemos observar las puntuaciones obtenidas fueron bastante elevadas e indicaban el fuerte acuerdo de los profesores con los objetos producidos a nivel de facilidad de uso, valor educativo y calidad técnica en la producción. El valor más bajo se obtenido en la dimensión "facilidad de uso", respecto a las otras dos, se debe a que los tres ítems formulados negativamente se incluían en esta dimensión.

En lo referente a la puntuación global que le daban a las posibilidades que tenía la RA para las asignaturas que impartían, la puntuación media alcanzada fue de 9,353 con una desviación típica del 0,9315. Encontrándonos un acuerdo máximo, es decir de un valor medio de 10 y una desviación típica de 0,000, cuando le preguntamos si pensaban que desde el SAV deberíamos seguir haciendo experiencias de este tipo.

Por lo que se refiere a la preguntas referida a los aspectos positivos las respuestas iban en la línea de facilitar el acercamiento de las nuevas metodologías a los docentes ("Me parece una iniciativa muy interesante, de acuerdo con las nuevas tendencias didácticas", "El aprendizaje de nuevas metodologías didácticas que estimulan la participación y aprendizaje del alumnado"), aumentar la motivación de los estudiantes ("Aprender nuevas formas de motivar al alumno", "A los estudiantes les gustó mucho el recurso"), aprender sobre las posibilidades educativas de las tecnologías ("aprender nuevas tecnologías"). En definitiva, y como señaló uno de los profesores: "La RA les facilita sumamente la tarea a los alumnos".

Y respecto a los aspectos negativos, las respuestas fueron mayoritariamente en las siguientes direcciones: rapidez en la necesidad de producción ("Negativos no, quizá cierta rapidez al elaborar el recurso, ya que quería que los estudiantes lo vieran antes de terminar el primer cuatrimestre"), el esfuerzo que les exigió su producción ("Un mayor esfuerzo para generar estos materiales, pero sin duda, productivo") y la falta de recursos técnicos en los





centros ("Falta de recursos, técnicos y humanos, que posibiliten un mayor aprovechamiento y desarrollo de recursos con más calidad y sobre todo adecuados a las nuevas tendencias"). Aunque resultó significativo la queja mostrada por uno de los profesores: "Como negativo, señalaría que no se me ha concedido este año, cuando creo que los datos de historias en realidad aumentada hubiese sido una experiencia fascinante."

## 5.- Conclusiones.

Las conclusiones de nuestro trabajo van en una doble dirección: a) la utilidad que para los docentes tiene la RA y las percepciones que tienen sobre su utilidad, y b) la eficacia de los centros de recursos como instituciones que pueden favorecer la incorporación de las TIC en la formación universitaria.

Por lo que se refiere al primer punto nuestra investigación coincide con otros estudios que ponen claramente de manifiesto que la utilización de objetos de aprendizaje en RA despiertan actitudes favorables en los estudiantes y aumenta su motivación hacia el aprendizaje (Bressler & Bodzin, 2013; Kamarainen et al, 2013; Di Serio, Ibáñez, & Delgado, 2013; Cózar, De Moya, Hernández & Hernández, 2015), que despiertan un alto grado de satisfacción cuando los alumnos participan en estas experiencias (Han, Jo, Hyun & So, 2015), y que su utilización mejora los resultados de aprendizajes (Bongiovani, 2013; Chang, Wu & Hsu, 2013; Kamarainen et al., 2013).

Al mismo tiempo nos indica que su incorporación no es complicada en la enseñanza, por una parte, porque se utilizan para la interacción dispositivos móviles, los cuales son de uso cotidiano por los alumnos, y por otra que la competencia tecnológica que deben tener los alumnos es saber descargarse un app e instarlo en su smartphone o tablet, acción que realizan corrientemente.

Nuestro trabajo también señala la necesidad de seguir potenciando que en los centros universitarios existan espacios donde se les ayude a los docentes a producir materiales educativos, contextualizados para sus necesidades docentes y producidos con unos recursos tecnológicos que por lo general los docentes no tienen, ni acceso a ellos, ni competencias para su utilización, ni tiempo para su producción. (Gutiérrez, 2014; Sampedro y Marín, 2015).

En síntesis y en líneas generales señalar que los profesores mostraron valoraciones altamente positivas respecto a la facilidad de incorporación en la enseñanza de los objetos producidos, su facilidad de uso, su calidad técnica, su calidad educativa, como a la motivación que despertó su uso en los estudiantes.

## Referencias bibliográficas.

- Avendaño, V. et al., (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., et al., (2014). Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. *Educational Technology & Society*, 17 (4), 133–149.
- Badia, A., Meneses, J., & García, C. (2015). Technology use for teaching and learning. *PixelBit. Revista de Medios y Educación*, 46, 9-24.





- Bongiovani, P. (2013). Realidad aumentada en la escuela: Tecnología, experiencias e ideas. *Educ@conTIC*. Recuperado de <http://www.educacontic.es/blog/realidad>.
- Bressler, D. M., & 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.
- Bujak, K. et al., (2013). A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom. *Computers & Education* 68, 536-544.
- Cabero, J., & García, F. (Coords.). (2016). *Realidad aumentada. Tecnología para la formación*. Madrid: Síntesis.
- Cabero, J., & Llorente, M.C. (2011). Percepciones del profesorado universitario hacia las acciones formativas apoyadas en la red. *Profesorado. Revista de Curriculum y Formación del profesorado*, 15 (1), 211-221.
- Cabero, J. (2012). La producción audiovisual en el Secretariado de Recursos Audiovisuales y Nuevas Tecnologías de la Universidad de Sevilla (SAV). *Edmetic*, 1, 1, 118-136. Recuperado de [http://www.edmetic.es/Documentos/Vol1Num1-2012/Julio\\_Cabero\\_Almenara.pdf](http://www.edmetic.es/Documentos/Vol1Num1-2012/Julio_Cabero_Almenara.pdf)
- Cabero, J. et al., (2008). Creación de una guía de evaluación/autoevaluación de centros de recursos universitarios de producción de tics en la enseñanza. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 32, 35-55.
- Cabero, J., & Barroso, J. (2016). The educational possibilities of Augmented Reality. *NAER. New Approaches in Educational Research*, 5, 1. 44-50.
- Cabero, J., & Fernández, J.M. (2007). Hacia políticas tecnológicas de calidad en la educación superior. Evaluación de los Servicios Universitarios de Producción de Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación. *Revista Iberoamericana de Educación*, 44 (5), 1-14
- Carozza, L. et al., (2012). Markerless Vision-Based Augmented Reality for Urban Planning. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 00, 1-16.
- Carozza, L. et al., (2014). Computer-Aided Civil and Infrastructure. *Engineering* 29, 2-17.
- Castaño, C., & Cabero, J. (coords.) (2013). *Enseñar y aprender en entornos m-learning*. Madrid: Síntesis.
- Chang, C. et al., (2012). Perceived convenience in an extended technology. *Australasian Journal of Educational Technology*, 28 (5), 809-826.
- Coimbra, MT, et al., (2015). Realidad Aumentada: un potenciador para estudiantes de educación superior en el aprendizaje de matemáticas. *Procedia*, 67, 332-339.
- Coronado, E. et al., (2014). Diagnóstico universitario sobre el uso de la TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje bajo la modalidad educativa presencial en Santo Domingo. *EDUTEC*. 50. Recuperado de [http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec50/n50\\_Coronado\\_Cantu\\_Rodriguez.html](http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec50/n50_Coronado_Cantu_Rodriguez.html)
- De la Torre Cantero, et al., (2013). Entorno de aprendizaje ubicuo con realidad aumentada y tabletas para estimular la comprensión del espacio tridimensional. *RED. Revista de Educación a Distancia* 37. Recuperado de <http://www.um.es/ead/red/37>





- De Pedro Carracedo, J., & Méndez, C. L. M. (2012). Realidad Aumentada: Una Alternativa Metodológica en la Educación Primaria Nicaragüense. *IEEE-RITA*, 7, 102-108.
- Di Serio, A., et al., (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education* 68, 586–596.
- Dobrov, G.M. (1979). La technologie en tant qu'organisation. *Revue Internationale des Sciences Sociales*, XXXI, 4, 628-648.
- Durall, E., Gros, B., Maina, M., Johnson, L., & Adams, S. (2012). *Perspectivas tecnológicas: educación superior en Iberoamérica 2012-2017*. Austin, Texas: The New Media Consortium
- Fombona, J., et al., (2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 41, 197-210.
- Fracchia, C. et al., (2015). Realidad Aumentada aplicada a la enseñanza de Ciencias Naturales. *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación*, 16, 7-15.
- García, I., Peña-López, I., Johnson, L., Smith, R., Levine, A., & Haywood, K. (2010). *Informe Horizon: Edición Iberoamericana 2010*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Gutiérrez, I. (2014). Perfil del profesor universitario español en torno a las competencias en tecnologías de la información y la comunicación. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 44, 51-65.
- Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., & Ludgate, H. (2013). *Technology Outlook for Australian Tertiary Education 2013-2018: An NMC Horizon Project Regional Analysis*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Johnson, L. et al., (2016). *NMC Horizon Report: 2016. Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Kamarainen, A. et al., (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. *Computers & Education* 68, 545-556.
- Klopfer, E., & Squire, K. (2008). Environmental Detectives – The Development of an Augmented Reality Platform for Environmental Simulations. *Educational Technology Research and Development*, 56, 203-228.
- Klopfer, E. (2008). *Augmented learning*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Ko, Ch-H., Chang, T., Chen, Y., & Hua, L. (2011). The Application of Augmented Reality to Design Education. En M. Chang et al. (Eds.), *Edutainment Technologies. Educational Games and VirtualReality/Augmented Reality Applications* (pp. 20-24). Heidelberg Berlin: Springer.
- Lin, T., et al., (2013). An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system. *Computers & Education*, 68, 314-321.
- Liu, I-F, et al., (2010). Extending the TAM model to explore the factors that affect Intention to Use an Online Learning Community. *Computers & Education*, 54, 600-610.





- Liu, T. (2009). A context-aware ubiquitous learning environment for language listening and speaking. *Journal of Computer Assisted Learning*, 25, 515–527.
- Morales, M. et al., (2015). Percepciones acerca de la integración de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Universidad. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 46, 103-117.
- Muñoz, J. M. (2013). Realidad Aumentada, realidad disruptiva en las aulas. *Boletín SCOPEO*, 82. Recuperado de <http://scopeo.usal.es/realidad-aumentada-realidad-disruptiva-en-las-aulas>
- Pasaréti, O., et al., (2011). Augmented Reality in education. *INFODIDACT 2011*. Recuperado de [http://people.inf.elte.hu/tomintt/infodidact\\_2011.pdf](http://people.inf.elte.hu/tomintt/infodidact_2011.pdf)
- Pei-Hsun, E.L., & Ming-Kuan, T. (2013). Using augmented-reality-based mobile learning material in EFL English composition: An exploratory case study. *British Journal of Educational Technology*.
- Prendes, C. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 46, 187-203.
- Redondo, E. et al., (2012). La ciudad como aula digital. Enseñando urbanismo y arquitectura mediante mobile learning y la realidad aumentada. *Ace*. 7(19). Recuperado de <http://upcommons.upc.edu/revistes/handle/2099/12344>
- Rodríguez, M. (2013). Experimentando la realidad aumentada. Integrando tecnología en el salón de clase. Recuperado de <http://mbintegrandotecnologia.blogspot.com.es/2013/04/experimentando-la-realidad-aumentada.html>
- Ruiz, D. (2011). La Realidad Aumentada y su dimensión en el arte: La obra aumentada. *Arte y Políticas de Identidad*, 5, 129-144.
- Sampedro, B. y Marín, V. (2015). Conocimiento de los futuros educadores sociales de las herramientas web 2.0. *Revista Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 47, 41-58.
- Santos, M. et al., (2016). Augmented reality as multimedia: the case for situated vocabulary learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 11, 4, 1-23.
- Sevillano, M.L., & Vázquez, E. (2015). *Modelos de investigación en contextos ubicuos y móviles en Educación Superior*. Madrid: McGraw-Hill-UNED.
- Torres, M.L. (2013). La organización de las TIC en los centros de infantil y primaria: modelos organizativos. En Barroso, J. y Cabero, J. (coords.). *Nuevos escenarios digitales*. Madrid: Pirámide, pp.321-335.
- Tsai, M. et al., (2013). Using electronic maps and augmented reality-based training materials as escape guidelines for nuclear accidents. *British Journal of Educational Technology*, 44 (1), 18-21.
- Wojciechowski, R. & Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & Education*, 68, 570-585.

