

Lourdes Villalustre Martínez
M.^a Esther del Moral Pérez
(coords.)

Experiencias interactivas con realidad aumentada en las aulas



Colección Universidad

Experiencias interactivas con realidad aumentada en las aulas



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

Obra que ha contado con la participación económica de la Universidad de Oviedo, por medio de la convocatoria pública de ayudas para apoyar actividades de investigación de grupos de investigación y de investigadores de las ramas de Artes y Humanidades y de Ciencias Sociales y Jurídicas de la Universidad de Oviedo, financiadas por la Consejería de Educación, Cultura y Deporte (UO-15-INVES-18 y UO-15-INVES-08).

Primera edición: diciembre de 2016

© Lourdes Villalustre Martínez, M.^a Esther del Moral Pérez

© De esta edición:

Ediciones OCTAEDRO, S.L.

Bailén, 5 – 08010 Barcelona

Tel.: 93 246 40 02 – Fax: 93 231 18 68

www.octaedro.com – octaedro@octaedro.com

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

ISBN: 978-84-9921-867-0

Depósito legal: 24.671-2016

Diseño y producción: Editorial Octaedro

Impresión: Ulzama

Impreso en España - *Printed in Spain*

Sumario

<i>Autoría</i>	9
Prólogo	11
Introducción	13
1. La producción de objetos de aprendizaje en realidad aumentada para la formación universitaria en el SAV de la Universidad de Sevilla	19
JULIO CABERO ALMENARA, FERNANDO GARCÍA JIMÉNEZ, CRISTINA ARROYO FERNÁNDEZ	
2. Realidad aumentada: jugando con la percepción para entender la ciencia en las enseñanzas no universitarias	31
LOURDES VILLALUSTRE MARTÍNEZ, M ^a ESTHER DEL MORAL PÉREZ	
3. Los códigos QR en la formación inicial del profesorado de ciencias de Secundaria	55
ANTONIO JOAQUÍN FRANCO MARISCAL, ENRIQUE ESPAÑA RAMOS, ÁNGEL BLANCO LÓPEZ	
4. Realidad auditiva aumentada: enseñar astronomía a alumnos con discapacidad visual de Primaria, ESO y Bachillerato	73
ANTONIO EFF-DARWICH, PERE L. PALLÉ	
5. Itinerarios interactivos con geolocalización y realidad aumentada para un aprendizaje ubicuo en la formación inicial de docentes de Educación Infantil	81
LOURDES VILLALUSTRE MARTÍNEZ, M ^a ESTHER DEL MORAL PÉREZ	

6. Percepciones de los futuros docentes de Primaria sobre la utilización de la realidad aumentada en contextos educativos	101
PEDRO ROMÁN GRAVÁN, CRISTÓBAL BALLESTEROS REGAÑA, CARLOS HERVÁS GÓMEZ	
7. Realidad aumentada a través de las novelas de misterio de Arthur Conan Doyle y Agatha Christie: una propuesta para la ESO	121
M. PUIG ANDRÉS SEBASTIÁ, SOLEDAD GÓMEZ GARCÍA	
8. Escenarios aumentados de formación con estudiantes del Grado de Educación Primaria de la Universidad de Málaga.	135
NOELIA MARGARITA MORENO MARTÍNEZ, JUAN JOSÉ LEIVA OLIVENCIA, ELOY LÓPEZ MENESES	
9. Potenciando la capacidad tridimensional en cirugía podológica con realidad aumentada	157
JAVIER FERRER TORREGROSA, MIGUEL ÁNGEL JIMÉNEZ RODRÍGUEZ, JAVIER TORRALBA ESTELLÉS	
10. El zoo aumentado»: un proyecto audiovisual para la difusión de la biodiversidad en la ESO	169
ANABELLA GARZÓN FERNÁNDEZ, ALEJANDRO GALINDO DURÁN, ANTONIO GALINDO CUENCA	
11. Las recetas de mi infancia. Códigos QR en la educación artística de Primaria y Secundaria.	183
JUAN CARLOS SAN PEDRO VELEDO, MÓNICA DELGADO CUERVO, BELÉN SAN PEDRO VELEDO	
12. Innovación en el aula: aumentando la realidad en el aula de pedagogía terapéutica en la ESO	195
SARA CEBRIÁN CIFUENTES, SOLEDAD GÓMEZ GARCÍA, M. PUIG ANDRÉS SEBASTIÁ	
13. Dibujos animados y realidad aumentada: sensibilizando contra la violencia de género en la ESO	209
ALEJANDRO GALINDO DURÁN, ANABELLA GARZÓN FERNÁNDEZ, ANTONIO GALINDO CUENCA	
14. Jugar con la RA: proyectos PhoenixARs y QuisEstQuis	221
FRANCESC NADAL	
<i>Índice</i>	233

Autoría

M^a PUIG ANDRÉS SEBASTIÀ, Universidad Católica de Valencia

CRISTINA ARROYO FERNÁNDEZ, Universidad de Sevilla

CRISTÓBAL BALLESTEROS REGAÑA, Universidad de Sevilla

ÁNGEL BLANCO LÓPEZ, Universidad de Málaga

JULIO CABERO ALMENARA, Universidad de Sevilla

SARA CEBRIÁN CIFUENTES, Universidad Católica de Valencia

M^a ESTHER DEL MORAL PÉREZ, Universidad de Oviedo

MÓNICA DELGADO CUERVO, Colegio de la Asunción (Gijón)

ANTONIO EFF-DARWICH PEÑA, Universidad de La Laguna

ENRIQUE ESPAÑA RAMOS, Universidad de Málaga

JAVIER FERRER TORREGROSA, Universidad Católica de Valencia

ANTONIO J. FRANCO MARISCAL, Universidad de Málaga

ANTONIO GALINDO CUENCA, La Salle Virgen del Mar de Almería

ANTONIO GALINDO DURÁN, arquitecto y experto en realidad aumentada

FERNANDO GARCÍA JIMÉNEZ, Universidad de Sevilla

ANABELLA GARZÓN FERNÁNDEZ, Universidad de Almería

SOLEDAD GÓMEZ GARCÍA, Universidad Católica de Valencia

CARLOS HERVÁS GÓMEZ, Universidad de Sevilla

MIGUEL ÁNGEL JIMÉNEZ RODRÍGUEZ, Universidad Católica de Valencia

JUAN JOSÉ LEIVA OLIVENCIA, Universidad de Málaga

ELOY LÓPEZ MENESES, Universidad Pablo de Olavide de Sevilla

NOELIA MARGARITA MORENO MARTÍNEZ, Universidad de Málaga

FRANCESC NADAL, Instituto Illa de Rodas de Rosas, Gerona

PERE PALLÉ MANZANO, Instituto de Astrofísica de Canarias

PEDRO ROMÁN GRAVÁN, Universidad de Sevilla

BELÉN SAN PEDRO VELEDO, Universidad de Oviedo

JUAN CARLOS SAN PEDRO VELEDO, Universidad de Oviedo

JAVIER TORRALBA ESTELLÉS, Universidad Católica de Valencia

LOURDES VILLALUSTRE MARTÍNEZ, Universidad de Oviedo



Prólogo

En la actualidad asistimos a la consolidación de interesantes tendencias en el uso educativo de las tecnologías emergentes. Los dispositivos móviles, el modelado 3D y la realidad aumentada (RA) son tres vectores de innovación educativa que muestran múltiples interrelaciones confluyendo entre sí en lo relativo a dispositivos, aplicaciones y utilidades.

El propósito de este libro es presentar distintas experiencias y proyectos que utilizan la RA como recurso de enseñanza y aprendizaje. Se trata de una tecnología que poco a poco se ha incorporado a los distintos ámbitos de la vida cotidiana y por extensión también al entorno educativo del aula. Con un acentuado desarrollo en el mundo del *marketing* y la publicidad, la RA en la escuela permite el enriquecimiento de la realidad física próxima, añadiendo capas de contenido digital con textos, imágenes, audios, vídeos, animaciones, modelos tridimensionales, etc. Y todo ello utilizando dispositivos móviles (tabletas, *smarthphones*, etc.) y aplicaciones que permiten su empleo en distintos escenarios y entornos educativos.

La RA ha revolucionado el concepto de recurso multimedia. Por un lado, ha contribuido al auge de los modelos animados tridimensionales que enriquecen los recursos en papel. También ha favorecido el enriquecimiento de los recursos digitales audiovisuales (léase imágenes, vídeos, animaciones, etc.) con la información adicional que supone la geolocalización o la asociación OCR a imágenes reales necesarias para la vinculación al contexto de su realidad física. El profesorado interesado encontrará en este libro múltiples referencias de iniciativas en torno al diseño multimedia de recursos de RA pensados para el aprendizaje del alumnado. De su lectura se concluirá que este proceso creativo de materiales digitales no solo puede estar protagonizado por el profe-

sorado sino también por el alumnado, que pasaría de consumidor a productor de elementos de RA, ampliando sus posibilidades de aprendizaje constructivo, creativo, colaborativo, competencial y tecnológico.

Entre los capítulos que conforman este libro destacan algunas ideas y proyectos sobre las posibilidades más imaginativas de los códigos QR en el aula. Este tipo de activadores representan una alternativa sencilla de RA con muchas aplicaciones educativas en el diseño de libros interactivos, murales, instrucciones de uso, cuestionarios, colecciones, rutas turísticas, etc.

Asimismo el concepto de «ruta de aprendizaje» o «itinerario didáctico» encuentra en la RA un excelente medio. La preparación y explotación educativa de un recorrido, situando sobre él distintos activadores digitales geolocalizados, permite disponer de rica información digital *in situ* que amplía sus posibilidades educativas. De esta forma se proporciona mayor cantidad y calidad de información utilizando distintos canales: visual, auditivo, kinestésico... que se complementan entre sí y los hacen especialmente motivadores y en algunos casos especialmente adecuados para alumnado con necesidades educativas especiales.

Además de las características citadas, cabe mencionar el valor añadido de las escenas de RA para generar simulaciones digitales interactivas que facilitan el aprendizaje de procesos y manipulaciones complejas. Las simulaciones con RA permiten la práctica fácil, disponible e inmediata, más segura y económica, permitiendo el ensayo-error y favoreciendo altas dosis de transferencia a las situaciones reales. En algunos capítulos de este libro se recogen interesantes ejemplos del uso de la RA en esta línea de trabajo.

La orientación de esta obra colectiva se basa en un acertado y avanzando concepto del uso educativo de las tecnologías. De acuerdo con esta directriz los recursos tecnológicos utilizados aspiran a convertirse en transparentes o invisibles haciendo especial hincapié en la metodología y en la organización de los recursos. En este libro se expone un nutrido y variado catálogo de experiencias educativas donde la RA se utiliza para desarrollar situaciones de enseñanza y aprendizaje a partir de distintas necesidades, temáticas, áreas y niveles: formación en valores, animación lectora, gamificación, estimulación sensorial, necesidades educativas, formación del profesorado, etc. Las prácticas descritas constituyen ejemplos en sí mismas que pueden aplicarse a situaciones similares o bien servir de inspiración para seguir avanzando en el diseño de nuevas e innovadoras formas de enseñar y aprender con TIC.

FERNANDO POSADA PRIETO

Introducción

La realidad aumentada (RA) supone una nueva forma de aproximación a la información a través de elementos 3D que permite a los sujetos interactuar con ellos, más allá de la mera lectura de información adicional que presenta. Esta nueva tecnología disruptiva está propiciando un aluvión de innovaciones sociales con grandes posibilidades en el ámbito educativo para facilitar la comprensión y la asimilación de nuevos contenidos mediante la utilización de novedosos dispositivos digitales. En este sentido, la obra que se presenta está integrada por experiencias docentes innovadoras apoyadas en el uso de RA, desarrolladas en contextos formativos diversos, tanto en aulas universitarias donde se imparten títulos de grados de formación inicial de docentes de infantil y primaria u otros másteres de formación del profesorado de secundaria; como en aulas de niveles educativos de educación secundaria y primaria, todas ellas ayudan a descubrir al docente el apasionante mundo de oportunidades que esta tecnología emergente ofrece para el aprendizaje.

En primer lugar, el capítulo 1 muestra la experiencia de la Universidad de Sevilla, a través del Servicio de Audiovisuales, como generador de objetos de aprendizaje en Realidad Aumentada (RA) para la formación universitaria desde el curso 2014-15. Se presentan algunas experiencias realizadas en asignaturas de diferentes áreas del conocimiento con diversas modalidades de objetos en RA. Se describe el proceso de construcción de los objetos en colaboración con el profesorado, y los diferentes programas técnicos utilizados. Asimismo, señalan los problemas surgidos a lo largo del proceso de su diseño y el modo en que se resolvieron, resaltando el grado de satisfacción mostrado por los docentes implicados en la experiencia.

En el capítulo 2, las docentes de la Universidad de Oviedo presentan 15 aplicaciones interactivas de realidad aumentada actuales que –mediante la combinación de diversos recursos o tecnologías 3D– abordan contenidos relacionados con la ciencia, adaptados a los distintos niveles educativos (Educación Infantil, Primaria y Secundaria Obligatoria). En cada uno de ellos se identifica el nivel de realidad aumentada que utilizan, las temáticas explotadas, el tipo de estímulos y de representación espacial a los que apelan, etc., además de señalar su alta potencialidad didáctica para favorecer el aprendizaje y la asimilación de determinados conceptos y procesos científicos, ofreciendo de este modo al profesorado una colección de recursos de fácil acceso, que ayudan a descubrir las oportunidades educativas de esta nueva tecnología.

El capítulo 3 sintetiza una aportación de especialistas del área de didáctica de las ciencias experimentales de la Universidad de Málaga, derivada del proyecto de I+D de Excelencia «Desarrollo y evaluación de competencias científicas mediante enfoques de enseñanza en contexto y de modelización: Estudios de caso» (EDU2013-41952-P). En ella se presenta una experiencia formativa dentro del Máster de Profesorado de Secundaria, donde tras conocer el bajo nivel de conocimientos previos de los universitarios sobre los códigos QR, les enseñan a diseñarlos y a dotarlos de una finalidad didáctica para expandir el conocimiento del área científica.

En el capítulo 4 se muestra el diseño de un dispositivo elaborado por especialistas del área de didáctica de las ciencias experimentales de la Universidad de La Laguna y del Instituto de Astrofísica de Canarias, en el marco del proyecto «Escucha, Explora y Aprende FCT-15-9519» de la Fundación Española para la Ciencia y Tecnología y del proyecto financiado SPACEINN (FP7-SPACE-2012-1/CF-FP) del Séptimo Programa Marco Europeo, el cual facilita experiencias formativas de carácter inclusivo dirigidas a la enseñanza de astronomía para alumnos de 5º y 6º de primaria, ESO y bachillerato con discapacidad visual. Su originalidad estriba en la utilización del sonido para enseñar conceptos básicos sobre el Sol, se trata de un sistema portátil de sonido envolvente que reproduce virtualmente una variedad de fenómenos naturales convertidos antes en señales de audio, como el movimiento de los astros, el funcionamiento del Sol, procesos geológicos, etc., que puede llevarse a actividades exteriores, como salidas de campo para «observar» el cielo.

El capítulo 5 describe la experiencia creativa de diseño de itinerarios interactivos con geolocalización y realidad aumentada desarrollada en la asignatura de Tecnologías de la Información y la Comunicación del Grado de Maestro de Educación Infantil de la Universidad de Oviedo, especialmente dirigidos a potenciar las competencias lingüística, matemática, y ciencia y tecnología en el alumnado de 3 a 6 años.

Además, se presenta la rúbrica de carácter cualitativo que ha servido para evaluarlos, atendiendo a tres dimensiones: nivel de aprendizaje ubicuo potenciado, realidad expandida diseñada, y grado de innovación puesto en juego.

En el capítulo 6, la preocupación por dar respuesta a las demandas de la escuela 3.0 hace cuestionar a los docentes que forman a los futuros maestros de Educación Primaria de la Universidad de Sevilla, si estos están preparados para afrontar el reto que supone la incorporación de la RA, por lo que ofrecen los resultados de una consulta sobre el equipamiento tecnológico que estos que poseen, su grado de conocimiento sobre lo que es y supone la utilización de aplicaciones de RA en la enseñanza, así como para detectar sus necesidades formativas para el diseño y producción de aplicaciones de RA aplicadas a la docencia.

El capítulo 7 recoge una interesante propuesta didáctica realizada por alumnado del Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria, de la Universidad Católica de Valencia, que utiliza la RA para favorecer la enseñanza de la lengua inglesa dirigida a alumnos de 1º de ESO. A partir de la creación de objetos ligados a las tramas de asesinatos y suspense de las novelas de misterio de Arthur Conan Doyle y Agatha Christie se promueve el seguimiento de los hechos, la comprensión de expresiones en lengua inglesa y el establecimiento de debates que activan la competencia comunicativa.

El capítulo 8 describe una actividad formativa dirigida a universitarios, dentro de la asignatura de Didáctica General de la titulación de Maestro de Primaria de la Universidad de Málaga, para propiciar actitudes positivas hacia la realidad aumentada y para dotarlos de competencias tanto para el uso didáctico de aplicaciones concretas, como para el diseño de objetos de aprendizaje con herramientas determinadas. Se subraya que la creación de entornos mixtos y amplificados con realidad aumentada para la enseñanza y aprendizaje de contenidos en diversas materias de primaria exige adaptaciones metodológicas, didácticas, curriculares, organizativas, temporales y espaciales para que estas sean eficientes.

El capítulo 9 ofrece una experiencia de formación con realidad aumentada dentro del Máster Universitario de Cirugía Podológica de Mínima Incisión del Pie, de la Universidad Católica de Valencia «San Vicente Mártir», donde se explican y practican todas las cirugías necesarias para obtener una reconstrucción quirúrgica óptima del pie. Constatándose la utilidad de este recurso para mejorar las intervenciones que precisan de incisiones quirúrgicas muy pequeñas, para lo que es necesaria una capacitación tridimensional de la anatomía y un perfecto manejo del instrumental quirúrgico para evitar lesionar otras estructuras adyacentes importantes.

Por otro lado, en los cinco últimos capítulos se incorporan experiencias concretas llevadas a cabo en contextos no universitarios. Así, el capítulo 10, a propósito del estudio de los animales del zoo en la escuela La Salle Virgen del Mar de Almería, se relata cómo se ha llevado a cabo de forma cooperativa un proyecto audiovisual para la difusión de la biodiversidad con alumnos de la ESO, el cual ha favorecido la adquisición de la competencia científica a través de la obtención, análisis y organización de informaciones de contenido científico, mediante la utilización de representaciones y modelos, la elaboración de conjeturas, la formulación de hipótesis y la realización de reflexiones fundadas que permitan tomar decisiones fundamentadas y comunicarlas a los demás con coherencia, precisión y claridad.

En el capítulo 11, desde el área de expresión plástica, se describe un proyecto formativo que utiliza los códigos QR para promover el desarrollo de competencias artísticas llevado a cabo en centros de primaria y secundaria de Asturias, a partir de la ilustración de recetas de cocina tradicionales, cuyos objetivos se cifran en potenciar la plasmación de aspectos afectivos e identitarios en la expresión de los adolescentes; ayudarles a identificar la profundidad de referencias y significados integrados en cada expresión artística; y ofrecerles la oportunidad de explorar las ventajas de la RA para matizar la representación de emociones y sensaciones.

En el capítulo 12 se explica cómo se ha implementado un programa piloto para introducir la RA en el primer curso de Educación Secundaria Obligatoria, con alumnado con necesidades educativas especiales en el Instituto de Educación Secundaria IES Músic Martín i Soler de Mislata (Valencia). De forma semejante, se ha apelado a la metodología del aprendizaje basado en proyectos para la enseñanza de conocimientos científicos, donde se comparan los logros alcanzados por los escolares que han utilizado la RA y otros que no, lo que ha permitido constatar cómo esta tecnología ha activado en mayor medida su sistema sensorial, facilitando la combinación de los conocimientos previos del alumnado con la nueva información, para transformarla en conocimiento.

El capítulo 13 recoge una experiencia de temática transversal en 4º de la ESO de escuela La Salle Virgen del Mar de Almería –premiada en el concurso denominado «Miradas adolescentes»–, consistente en la realización de una serie de vídeos en formato animación que reflejan la problemática de la Violencia de Género, utilizando RA para activarlos. El profesorado participante señala que la actividad permitió que la mayoría de los estudiantes alcanzan los objetivos educativos previstos, desarrollando competencias relacionadas con el manejo de las TIC, además de actitudes de respeto hacia las personas, habilidades para actuar ante problemas de violencia de género, así como una gran

concienciación hacia el problema, además de habilidades para el trabajo colaborativo.

Finalmente, el capítulo 14 presenta los proyectos PhoenixARs y QuisEstQuis –este último premiado como mejor experiencia educativa en los *Mobile Learning Awards 2014*–, llevados a cabo en el Instituto Illa de Rodes, de Roses (Gerona), los cuales se apoyan en estrategias lúdicas para propiciar aprendizajes relativos a las asignaturas de latín, griego y economía en bachillerato.

La lectura de estos capítulos subraya la necesidad de formar al profesorado de los distintos niveles educativos para que sepa afrontar los retos que estas tecnologías emergentes suscitan, no solo ligados a su conocimiento y manejo, sino a la adquisición de las competencias didácticas necesarias para que su incorporación en la escuela revierta en la optimización del proceso de enseñanza-aprendizaje y simultáneamente estimule el espíritu crítico y afán por aprender del alumnado. Por otro lado, si bien existen experiencias innovadoras que resaltan las estrategias didácticas que los docentes de forma intuitiva han adoptado en sus aulas con éxito, se precisa una mayor sistematización de las mismas para que puedan extrapolarse a otros contextos. Sin duda, la realidad aumentada se presenta como una tecnología disruptiva que, al igual que lo fueron otras en su día, suscitará nuevas prácticas docentes innovadoras, cuyos resultados en términos de aprendizaje habrá que someter al contraste y la investigación para valorar su eficacia.

M^a ESTHER DEL MORAL PÉREZ
LOURDES VILLALUSTRE MARTÍNEZ
Universidad de Oviedo

La producción de objetos de aprendizaje en realidad aumentada para la formación universitaria en el SAV de la Universidad de Sevilla

JULIO CABERO ALMENARA
FERNANDO GARCÍA JIMÉNEZ
CRISTINA ARROYO FERNÁNDEZ
Universidad de Sevilla

Introducción

La realidad aumentada (RA) se está presentando como una de las tecnologías emergentes con un gran recorrido en diferentes terrenos; entre ellos, el de la educación. Valga como ejemplo, el hecho de que en diferentes informes Horizon (García *et al.*, 2010; Durall *et al.*, 2012; Johnson *et al.*, 2013) ha sido presentada como una tecnología con una fuerte penetración en las instituciones educativas en un plazo de tres a cinco años.

En cuanto a su conceptualización, podemos señalar que es una realidad mixta resultante de la combinación de información digital e información física en tiempo real a través de diferentes dispositivos tecnológicos; es decir, consiste en lograr por medio de dispositivos de visualización y computación que pueden ser diversos, añadir información virtual a la información física procedente del objeto o entorno real y situarla en sus mismas coordenadas espaciotemporales con la finalidad de aumentar su comprensión o simplemente crear una realidad artificial (Cabero y García, 2016). Entre las diferentes características específicas de esta tecnología podemos destacar su movilidad y la combinación de informaciones provenientes de la realidad física y de la realidad digital.

Por lo que se refiere al análisis de sus posibilidades y elementos de aplicación, Bacca *et al.*, (2014) han realizado un análisis bibliométrico de las diferentes investigaciones publicadas en distintas publicaciones de carácter científico, y llegan a las siguientes conclusiones:

- ▶ El número de estudios publicados acerca de RA en la educación ha aumentado progresivamente año tras año, especialmente durante los últimos cuatro años.
- ▶ La mayoría de las aplicaciones a la educación de la RA se ha hecho en los campos de la ciencia, las humanidades y las artes. La salud y el bienestar, la educación (formación de docentes) y la agricultura son los campos de investigación menos explorados.
- ▶ La RA se ha aplicado sobre todo en entornos de educación superior y en los niveles obligatorios de la enseñanza para motivar a los estudiantes. Los grupos destinatarios, como la educación de la primera infancia y la educación de formación profesional (FP) son grupos potenciales para explorar los usos de la RA en el futuro.
- ▶ El propósito principal de usar la RA ha sido explicar un tema de interés, así como proporcionar información adicional. Juegos educativos en RA y RA para experimentos de laboratorio son campos que están creciendo.
- ▶ Las principales ventajas para la aplicación de la RA son: ganancias de aprendizaje, motivación, interacción y colaboración.
- ▶ Las limitaciones de la RA son principalmente: dificultades para mantener la información superpuesta, prestando mucha atención a la información virtual y la consideración de RA como una tecnología intrusiva.
- ▶ La RA ha sido eficaz para una mejor capacidad de aprendizaje, el aprendizaje de la motivación, la participación de los estudiantes y las actitudes positivas.
- ▶ Muy pocos sistemas han considerado las necesidades especiales de los estudiantes en la RA. Aquí hay un campo potencial para futuras investigaciones.
- ▶ La mayoría de los estudios han considerado las muestras de investigación medianas (entre 30 y 200 participantes), y han utilizado métodos de evaluación mixtos. Los métodos de recolección de datos más populares fueron cuestionarios, entrevistas y encuestas, y la mayoría de los estudios fueron de corte transversal.

En el marco de la Convocatoria de Producción de recursos de realidad aumentada del Secretariado de Recursos Audiovisuales y Nuevas Tecnologías de la Universidad de Sevilla (<http://www.sav.us.es>) se acometió un proyecto titulado «Aplicación de la realidad aumentada para el estudio microscópico de los órganos». Bajo la dirección científica de la Dra. Ana María Moreno Fernández y la colaboración de los doctores Manolo de Miguel Rodríguez y Ana Fernández Rodríguez, del Departamento de Citología Normal y Patológica, y la importante ayuda

del Dr. Manuel Eugenio Dorado, del Departamento de Anatomía, el equipo técnico del área de internet y *e-learning* del SAV desarrolló tres aplicaciones para móvil, de acuerdo con la dirección y planificación técnica elaborada por Fernando García, responsable de este área.

Objetivo propuesto

El objetivo que persigue nuestro proyecto consiste en la elaboración de diferentes objetos de aprendizaje en RA referidos a distintos órganos del cuerpo humano, para los alumnos de la asignatura *Histología humana*, impartida en los Grados de Medicina y de Odontología, para facilitarles, por una parte, la comprensión del funcionamiento de los diferentes organismos, y por otra, ofrecerles una representación mediada de los mismos.

Descripción de la experiencia

El proyecto se concretó en un guion técnico que planteaba conseguir tres aplicaciones, cuyo objetivo general de funcionamiento consistía en que sobre una imagen impresa determinada correspondiente a cada órgano (corazón, pulmón e hígado) debía aparecer su correspondiente modelo animado 3D. Al pulsar los botones adjuntos que acompañan al modelo, el alumno podría visualizar una serie de imágenes microscópicas que junto a un audio explicativo, completaría el estudio de dicho órgano.

De este modo, los alumnos podrían encontrar tales figuras integradas en sus apuntes impresos y, simultáneamente al acto de su estudio, tener la ventaja de visionar el recurso, manipularlo y escuchar una explicación asociada. Todo ello con su móvil y tableta, de una manera ágil, es decir, sin tener que interrumpir la actividad de estudio para conectarse. La rotación del modelo ofrecería distintas facetas, lo cual aumentaría la información visual. Y esto, unido a escuchar las explicaciones asociadas a las capturas de imagen del microscopio electrónico, constituiría una potente combinación multimedia que ayudaría a facilitar la retención de la información más detallada, ofrecida por el texto impreso (figura 1).

1. GENERALIDADES

El hígado es la glándula exocrina de mayor tamaño de nuestro organismo, ya que llega a pesar 1,5 kg en el adulto. Anatómicamente está situado en el hipocostrio derecho, justo por debajo del diafragma y está dividido en dos lóbulos de gran tamaño, el derecho y el izquierdo, junto a otros dos más pequeños, denominados lóbulo cuadrado y lóbulo caudado. Macroscópicamente, presenta una coloración rojiza muy característica y una textura firme reforzada por la presencia de una cápsula conjuntiva fibrosa que lo envuelve completamente, denominada cápsula de Glisson.

Histológicamente el hígado está formado por un estroma reticular sobre el que se apoyan numerosos cordones celulares de hepatocitos y capilares tipo sinusoides que desempeñan numerosas funciones relacionadas con la detoxificación de la sangre, el metabolismo glucídico, la síntesis de proteínas y la secreción biliar.

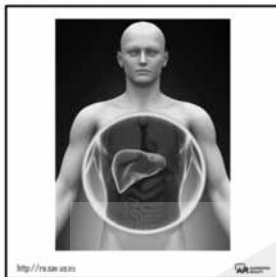


Fig. 1. Microscopía del hígado (estructuras) 1

Figura 1. Inserción en el libro del lanzador de RA

Para la obtención de los modelos 3D optamos por la fotogrametría de órganos reales plastinizados, en los casos del corazón y el hígado. Esta técnica consiste en realizar varias fotografías alrededor del objeto real, convenientemente iluminado, para luego generar un objeto 3D virtual con un software específico (Autocatch 123D). El resultado fue exportado a formato Wavefront (obj) y retocado con software de modelado 3D (Autodesk Maya), con el que se generó también una animación de rotación. El formato final (fbx) tenía el número de polígonos limitado a las características idóneas para su visualización mediante una conexión a internet 3G (menor a 20.000), lo cual perjudicó su nivel de detalle, aunque sin afectar negativamente, a juicio del asesor del Departamento de Anatomía. En la misma operación de realización del archivo fbx se corrigió la textura, de acuerdo también con las indicaciones del experto citado, para aproximar lo mejor posible el componente virtual al aspecto del órgano real (figura 2).

En el caso del pulmón, se partió también de un órgano plastinado, pero dada la dificultad de la textura, se obtuvo un mejor resultado gracias al empleo de un escáner profesional 3D (Artec Spider), cuyo software permitió reducir los polígonos al número idóneo sin necesidad de retoques posteriores para este fin. Sin embargo, para tapar algunos agujeros fue necesario emplear con pericia el Autodesk Maya.

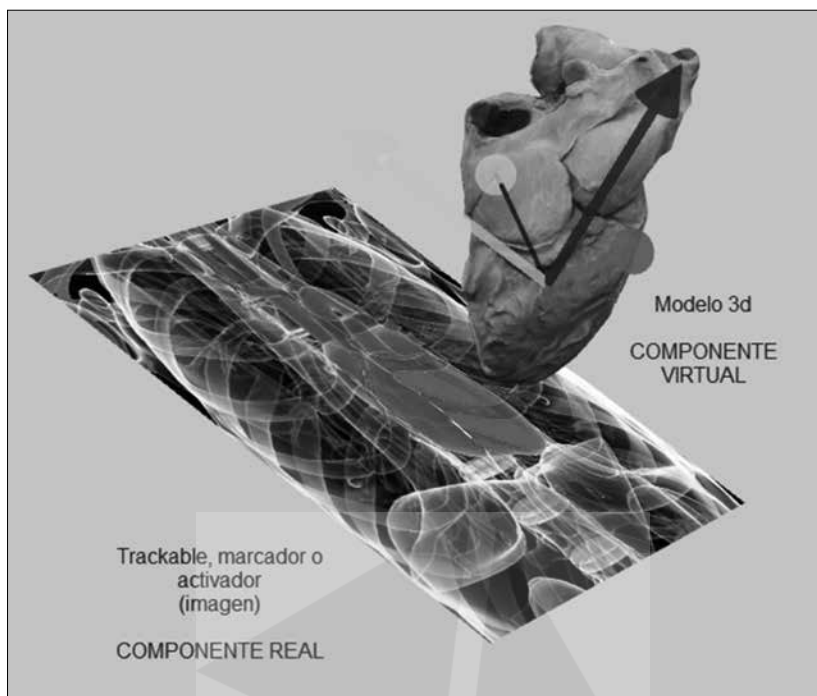


Figura 2.- Imagen de la preparación del objeto producido

Paralelamente a la obtención de los modelos 3D, los profesores del Departamento de Citología Normal y Patológica enviaron las imágenes correspondientes a dos niveles de aumento de los siguientes tejidos de cada órgano, retocados convenientemente mediante Macromedia Fireworks:

- ▶ Hígado: parénquima hepático, hepatocitos y espacio portal.
- ▶ Corazón: pared cardiaca (miocardio, epicardio, endocardio), aorta y vasos coronarios.
- ▶ Pulmón: parénquima pulmonar (bronquios, bronquiolos, conducto alveolar) y pleura.

Los botones que constituyen el menú de navegación por los tejidos analizados en cada aplicación fueron realizados en formato png para cada uno de los elementos antes citados. Y cada uno puede contemplarse en dos niveles de aumento. En cada caso, la programación del comportamiento de ampliación fue implementada. Cada nivel es acompañado de una locución explicativa realizada en MP3, que puede activarse a voluntad gracias a un botón específico.

Todos los elementos producidos de las aplicaciones fueron integrados con el software Metaio Creator, con el que también se desarrolló la programación de los comportamientos previstos en el guion, gracias al lenguaje AREL (*augmented reality experience language*).

Se desarrolló una versión para Windows, visualizable con la ayuda de una *webcam*, y una versión para móviles Android, que requirió la subida del apk desarrollado previamente con el entorno de desarrollo de Java, Eclipse Luna.

Las aplicaciones resultantes pueden encontrarse en el Google Play bajo los nombres Arusheart, Arusliver y Aruslung, y también explicadas con más detalle en <http://realidadaugmentada.us.es>; así como unos vídeos de su funcionamiento.

La evaluación realizada

Con el objeto de conocer si los objetos producidos en RA despertaban el interés en los estudiantes y la satisfacción que estos mostraban tras la interacción con los mismos, construimos un cuestionario *ad hoc*, con construcción tipo Likert, que es uno de los instrumentos más utilizados para conocer las variables señaladas (Barroso y Cabero, 2010). El instrumento quedó conformado por 30 ítems, con cinco opciones de respuesta (desde 1 = nada de acuerdo a 5 = completamente de acuerdo), que pretendían recoger información sobre el grado de satisfacción y las percepciones que los alumnos tenían respecto a los objetos de aprendizaje producidos en RA en las siguientes dimensiones: usabilidad, realismo, grado de interacción, expectativas de aprendizaje, y calidad del recurso y circunstancias de uso. Su administración fue vía internet.

La experiencia se desarrolló con los tres objetos de RA producidos y descritos en el apartado anterior, Aruslung (pulmón), Arusliver (hígado) y Arusheart (corazón), con estudiantes de los grados de Medicina y de Odontología de la Universidad de Sevilla, que estaban cursando la asignatura de Histología Humana. Hemos de señalar que no participaron todos los alumnos, sino un grupo reducido de los mismos. En total, el número de estudiantes que participó en la experiencia fue de 54, aunque no todos interaccionaron con los tres objetos señalados, sino con aquellos que los docentes creían que se adaptaban mejor al momento temporal del desarrollo del curso.

La forma en que los estudiantes utilizaron los recursos de RA pasó por diferentes fases: 1) explicación de en qué consistía la RA; 2) explicación de la app que debían descargarse en su dispositivo móvil; 3) interacción del estudiante con el objeto; 4) cumplimentación del instrumento de evaluación.

En las tablas que presentamos a continuación, se ofrecen los resultados encontrados respecto a las frecuencias, medias y desviaciones típicas obtenidas tras su aplicación para cada uno de los ítems; se contemplan las diferentes dimensiones que conformaban el instrumento.

Tabla 1. Frecuencias, medias y desviaciones típicas obtenidas en la dimensión «Usabilidad»

USABILIDAD	1	2	3	4	5	m	d.t.
1. El recurso es fácil de usar.	0	1	2	26	25	4,39	0,66
2. Resulta sencillo acceder a la descarga de la aplicación.	1	2	3	11	37	4,50	0,91
3. El diseño del recurso permite utilizarlo aprovechando todo su potencial.	1	1	8	30	14	4,06	0,81
4. El recurso es fácil de integrar con el resto de mis apuntes.	1	2	8	18	25	4,19	0,95
5. El formato del recurso facilita la interacción con el mismo.	0	0	9	20	25	4,30	0,74

Tabla 2. Frecuencias, medias y desviaciones típicas obtenidas en la dimensión «Realismo»

REALISMO	1	2	3	4	5	m	d.t.
6. La representación de los órganos es una ilustración cercana al tejido real.	0	0	4	12	38	4,63	0,62
7. La interacción con los órganos se acerca más a la manipulación real que la posible a través de fotografías.	0	0	12	14	28	3,78	0,42
8. Las opciones de interacción (rotar, aumentar) hacen que la manipulación se asimile a una experiencia real.	0	1	11	27	15	4,04	0,75
9. La iluminación de los modelos 3D es realista.	0	1	8	19	26	4,39	0,79
10. El aspecto de las imágenes se ajusta a la realidad.	0	6	5	17	26	4,17	1,01

Tabla 3. Frecuencias, medias y desviaciones típicas obtenidas en la dimensión «Grado de interacción»

GRADO DE INTERACCIÓN							
11. El recurso aumenta mi grado de participación en la asignatura.	2	5	14	15	18	3,78	1,13
12. El contenido de texto, el audio y la presentación del recurso facilitan la interacción.	0	0	10	23	22	4,21	0,74
13. La postura de uso para la visualización del recurso es incómoda.	5	9	19	14	7	3,17	1,15
14. Interactuar con el recurso es complicado porque requiere de la guía previa por parte de un profesional para su uso.	15	11	17	8	3	2,48	1,22

Tabla 4. Frecuencias, medias y desviaciones típicas obtenidas en la dimensión «Expectativas de aprendizaje»

EXPECTATIVAS DE APRENDIZAJE							
15. El recurso permite altos niveles de interacción.	2	5	21	20	6	3,43	0,94
16. El recurso facilita la adquisición de los conceptos tratados en la asignatura.	1	4	17	23	9	3,65	0,91
17. El recurso ayuda a comprender variedad de temas en relación con la materia.	2	2	10	25	15	3,91	0,98
18. Creo que lograría mayores niveles de motivación aprendiendo con este recurso.	1	2	11	23	17	3,98	0,92
20. Reflexiono sobre el contenido a partir de las oportunidades de interacción que me proporciona el recurso.	0	6	13	24	11	3,74	0,91
21. Permite poner en práctica los contenidos aprendidos previamente.	0	1	11	26	16	4,06	0,76
22. Este recurso no presenta grandes oportunidades de aprendizaje.	22	12	14	4	2	2,11	1,14

Tabla 5. Frecuencias, medias y desviaciones típicas obtenidas en la dimensión «Calidad del recurso y expectativas de uso»

CALIDAD DEL RECURSO Y CIRCUNSTANCIAS DE USO							
23. Las imágenes cuentan con buena resolución y favorecen la asimilación del contenido.	0	3	5	26	20	4,17	0,81
24. El audio se entiende correctamente.	0	0	2	23	29	4,50	0,57
25. El recurso requiere una conexión rápida a internet (ancho de banda).	3	6	11	20	14	3,69	1,15
26. Las instrucciones para el uso del marcador vienen correctamente explicadas.	0	5	8	22	19	4,02	0,94
27. Usar este recurso requiere contar con un alto poder adquisitivo.	22	14	11	6	1	2,09	1,11
28. El tamaño del marcador (imagen adjunta en el documento que permite la visualización de la capa digital) es adecuado.	0	2	16	27	9	3,80	0,76
29. El marcador está bien integrado en el texto.	0	1	7	29	17	4,15	0,71
30. El menú interactivo es intuitivo y fácil de manejar.	0	0	5	24	25	4,37	0,65

Como podemos observar en las tablas anteriores, el mayor número de contestaciones se centraban en las opciones de respuestas 4 y 5, que indicaban que los alumnos estaban «de acuerdo» o «completamente de acuerdo» con el reactivo señalado. Incluso en los ítems formulados de manera negativa («14. Interactuar con el recurso es complicado porque requiere de la guía previa por parte de un profesional para su uso», «22. Este recurso no presenta grandes oportunidades de aprendizaje» y «27. Usar este recurso requiere contar con un alto poder adquisitivo»), el mayor número de respuesta se situaba en las opciones 1 y 2, que implicarían que los alumnos se mostraban «en desacuerdo» o «completamente en desacuerdo» con lo formulado.

En la tabla 6, se presentan los cinco ítems que obtuvieron las medias más bajas y los cinco que las obtuvieron más altas.

Tabla 6. Ítems con valoraciones más bajas y más altas

2,09	Usar este recurso requiere contar con un alto poder adquisitivo.
2,11	Este recurso no presenta grandes oportunidades de aprendizaje.
2,48	Interactuar con el recurso es complicado porque requiere de la guía previa por parte de un profesional para su uso.
3,17	La postura de uso para la visualización del recurso es incómoda.
3,43	El recurso permite altos niveles de interacción.
4,39	El recurso es fácil de usar.
4,39	La iluminación de los modelos 3D es realista.
4,50	Resulta sencillo acceder a la descarga de la aplicación.
4,50	El audio se entiende correctamente.
4,63	La representación de los órganos es una ilustración cercana al tejido real.

Las puntuaciones medias y las desviaciones típicas alcanzadas para cada una de las dimensiones que configuraban el instrumento administrado se presentan en la tabla 7.

Tabla 7. Puntuaciones medias para cada una de las dimensiones del cuestionario

DIMENSIÓN	M	d.t.
Usabilidad	4,29	0,17
Realismo	4,12	0,27
Grado de interacción	3,68	0,27
Expectativas de aprendizaje	3,68	0,43
Calidad del recurso y circunstancias	3,81	0,21

Tenemos que señalar que para su obtención transformamos las valoraciones de los ítems formulados negativamente para que se adaptaran a las valoraciones realizadas con los ítems formulados positivamente. Las bajas desviaciones típicas se deben a lo que obtuvimos a partir de las frecuencias de las medias alcanzadas en cada uno de los ítems.

Los valores medios alcanzados en todas las dimensiones nos llevan a señalar que, por lo general, los estudiantes se mostraron «de acuerdo» con los recursos de RA producidos.

Conclusiones

Podemos concretar las diversas conclusiones que extraemos de la experiencia en las siguientes:

- a) Los alumnos muestran altos niveles de satisfacción por trabajar con objetos de aprendizaje producidos en RA.
- b) Los objetos de aprendizaje en RA producidos les acercan a un conocimiento más real de los diferentes organismos del cuerpo humano.
- c) La calidad de los objetos de aprendizaje realizados en RA desde el SAV de la Universidad de Sevilla¹ han sido valorados positivamente por parte de los estudiantes.
- d) Los recursos han sido percibidos por parte de los estudiantes como fáciles de utilizar y movilizar en un entorno de formación.
- e) Los objetos creados facilitan la interacción del alumno con los materiales.

También dentro de nuestras conclusiones debemos señalar que al principio de la experiencia, posiblemente por la novedad de la tecnología, los alumnos se suelen encontrar desorientados; de ahí que sea necesaria una presentación previa del funcionamiento de los mismos, además de una automatización del acceso a los materiales producidos. Nos imaginamos que este último aspecto se irá resolviendo conforme esta tecnología se vaya haciendo más habitual en los entornos de formación.

Referencias bibliográficas

- Bacca, J. *et al.* (2014). «Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications». *Educational Technology & Society*, 17 (4): 133-149.
- Barroso, J.; Cabero, J. (2010). *La investigación educativa en TIC. Visiones prácticas*. Madrid: Síntesis.
- Cabero, J.; García, F. (coords.) (2016). *Realidad aumentada. Tecnología para la formación*. Madrid: Síntesis.
- Durall, E. *et al.* (2012). *Perspectivas tecnológicas: educación superior en Iberoamérica 2012-2017*. Austin, Texas: The New Media Consortium.

1. Ver: <http://realidadaugmentada.us.es/>.

García, I. *et al.* (2010). *Informe Horizon: edición Iberoamericana 2010*. Austin, Texas: The New Media Consortium.

Johnson, L. *et al.* (2013). *Technology Outlook for Australian Tertiary Education 2013-2018: An NMC Horizon Project Regional Analysis*. Austin, Texas: The New Media Consortium.



Índice

<i>Sumario</i>	7
<i>Autoría</i>	9
Prólogo	11
Introducción	13
1. La producción de objetos de aprendizaje en realidad aumentada para la formación universitaria en el SAV de la Universidad de Sevilla	19
Introducción	19
Objetivo propuesto	21
Descripción de la experiencia	21
La evaluación realizada	24
Conclusiones	29
Referencias bibliográficas	29
2. Realidad aumentada: jugando con la percepción para entender la ciencia en las enseñanzas no universitarias	31
Introducción	31
Realidad aumentada: nuevas percepciones apoyadas en tecnologías	32
Juegos perceptivos con RA: favoreciendo la asimilación de conceptos científicos	33
Aplicaciones de realidad aumentada para entender la ciencia	35

Metodología	35
Muestra de estudio	36
Instrumento de análisis de contenido.	36
Resultados	37
Aplicaciones de realidad aumentada para abordar contenidos científicos en Educación Infantil	37
Aplicaciones de realidad aumentada para abordar contenidos científicos en Educación Primaria	40
Aplicaciones de realidad aumentada para abordar contenidos científicos en Educación Secundaria.	42
Discusión.	45
Conclusiones	47
Referencias.	48
Webgrafía.	51
Apps para Educación Infantil	51
Apps para Educación Primaria	52
Apps para Educación Secundaria	52
3. Los códigos QR en la formación inicial del profesorado de ciencias de Secundaria	55
Introducción	55
Identificación y descripción de la experiencia	58
Metodología	61
Resultados y discusión	62
Punto de partida de los profesores en formación inicial sobre los códigos QR	62
Análisis de las propuestas de enseñanza	65
Consideraciones finales y propuestas de mejora.	68
Referencias bibliográficas	70
4. Realidad auditiva aumentada: enseñar astronomía a alumnos con discapacidad visual de Primaria, ESO y Bachillerato.	73
Introducción	73
Desarrollo del proyecto	75
Evaluación del proyecto.	79
Conclusiones	79
Referencias.	80
5. Itinerarios interactivos con geolocalización y realidad aumentada para un aprendizaje ubicuo en la formación inicial de docentes de Educación Infantil	81
Introducción	81
Aprendizaje ubicuo con realidad aumentada: una nueva ecología de la educación	82

Geolocalización para estimular la comprensión del entorno a través de la interacción	84
Itinerarios interactivos con geolocalización y realidad aumentada desarrollados por futuros maestros de Educación Infantil	85
Objetivo.	86
Fases para su ejecución	86
Presentación de los itinerarios creados por los futuros maestros	87
Evaluación de los itinerarios	91
Resultados	94
Discusión y conclusiones.	96
Referencias.	98
6. Percepciones de los futuros docentes de Primaria sobre la utilización de la realidad aumentada en contextos educativos	101
Introducción	101
Percepciones sobre la utilización académica de la realidad aumentada.	105
Objetivos	105
Población y muestra	105
Procedimiento	106
Instrumento de recogida de información	108
Resultados	111
Conclusiones	115
Referencias bibliográficas	117
7. Realidad aumentada a través de las novelas de misterio de Arthur Conan Doyle y Agatha Christie: una propuesta para la ESO	121
Introducción	121
Incrementando el misterio con realidad aumentada	122
Contexto de la experiencia	122
Objetivos propuestos.	122
Desarrollo de la experiencia	123
Evaluación de la experiencia	127
Contexto	127
Principales resultados	128
Conclusiones	128
Referencias bibliográficas	129
Anexo 1 (sesión 1)	130
Anexo 2 (sesión 2)	132

8. Escenarios aumentados de formación con estudiantes del	
Grado de Educación Primaria de la Universidad de Málaga . . .	135
Introducción	135
Aproximación epistemológica al concepto de realidad	
aumentada.	136
Escenario de la investigación.	136
Objetivos	137
Metodología.	137
Fase 1. Concepto de realidad aumentada, herramientas	
y complementos.	138
Fase 2. Creación de escenarios de aprendizaje	
aumentados empleando diversas herramientas	
de realidad aumentada.	142
Resultados del estudio.	147
Conclusiones	153
Referencias.	154
9. Potenciando la capacidad tridimensional en cirugía	
podológica con realidad aumentada	157
Introducción	157
Cirugía podológica con realidad aumentada	158
El contexto: Máster Universitario de Cirugía Podológica	
de Mínima Incisión	158
Objetivos	158
Desarrollo de la propuesta	159
El libro de RA como recurso para la enseñanza	
y para el aprendizaje autónomo.	161
Valoración del grado de consecución de los objetivos	163
Instrumento de evaluación	163
Muestra	163
Resultados	164
Conclusiones	165
Referencias bibliográficas	166
Anexo	168
10. «El zoo aumentado»: un proyecto audiovisual para	
la difusión de la biodiversidad en la ESO	169
Introducción	169
«El zoo aumentado»	170
Contexto	170
Objetivos	170
Planteamiento metodológico	171
Temporalización y fases.	172

Implementación de la realidad aumentada:	
consideraciones iniciales y proceso técnico	174
Evaluación de la experiencia	175
Contexto	175
Criterios e instrumento de evaluación	176
Resultados obtenidos	177
Conclusiones	179
Referencias bibliográficas	179
Anexo. Encuesta al alumnado	181
11. Las recetas de mi infancia. Códigos QR en la educación artística de Primaria y Secundaria	183
Introducción	183
Las recetas de mi infancia con códigos QR	186
Objetivos propuestos	186
Fases de la experiencia	186
Participantes	187
Desarrollo de la experiencia con códigos QR	189
Evaluación de la experiencia	190
Criterios de evaluación	190
Grado de consecución de los objetivos	191
Conclusiones	191
Referencias bibliográficas	192
12. Innovación en el aula: aumentando la realidad en el aula de pedagogía terapéutica en la ESO	195
Introducción	195
Experiencia de RA con el alumnado de necesidades educativas especiales	196
Contexto	196
Objetivos propuestos	196
Recursos utilizados	197
Presentación de la experiencia llevada a cabo	199
Evaluación para constatar el grado de consecución de los objetivos	203
Instrumentos de evaluación	203
Muestra participante y resultados de la experiencia	203
Conclusiones	204
Referencias bibliográficas	206
13. Dibujos animados y realidad aumentada: sensibilizando contra la violencia de género en la ESO	209
Introducción	209

Dibujos animados y realidad aumentada contra la violencia	
de género	210
Contexto y participantes	210
Objetivos propuestos.	211
Diseño de la experiencia	211
Temporalización	212
Implementación de la Realidad Aumentada.	214
Evaluación de la experiencia	215
Criterios e instrumentos de evaluación	215
Principales resultados	216
Conclusiones	217
Referencias bibliográficas	218
Anexo 1. Criterios para la evaluación de la presentación	
de los proyectos.	219
Anexo 2: Cuestionario.	220
14. Jugar con la RA: proyectos PhoenixARs y QuisEstQuis	221
Introducción	221
Los proyectos PhoenixARs y QuisEstQuis	222
Contexto	222
Objetivos propuestos.	223
Proyecto PhoenixARs: fases y desarrollo	223
Proyecto QuisEstQuis: fases y desarrollo	227
Evaluación de los proyectos.	228
Contexto e instrumento de evaluación.	228
Principales resultados	228
Conclusiones	231
Referencias bibliográficas	231