

ROBÓTICA, MODELADO 3D Y REALIDAD AUMENTADA EN EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LAS INTELIGENCIAS MÚLTIPLES

ROBOTICS, 3D MODELING AND AUGMENTED REALITY IN EDUCATION FOR DEVELOPMENT OF MULTIPLE INTELLIGENCES

Dra. Noelia Margarita Moreno Martínez

Dr. Juan Leiva Olivencia

Dr. Eloy López Meneses

Resumen

La realidad aumentada y la robótica constituyen unas tecnologías emergentes valiosas para dar respuesta eficaz desde una perspectiva innovadora a los nuevos estilos de aprendizaje del alumnado de la nueva era digital en las etapas de educación primaria y secundaria. Acorde con las últimas ediciones del informe NMC Horizon Report (2015, 2016), la implementación en el aula de las tecnologías basadas en robótica, modelado 3D, impresión 3D y realidad aumentada supondrá una oportunidad para reconfigurar la práctica educativa desde un punto de vista didáctico, metodológico, organizativo, curricular, formativo, espacial y temporal.

Así pues, en el presente trabajo se realizará una revisión conceptual y un análisis de modelos de robots y aplicaciones basadas en la tecnología de realidad aumentada y el modelado 3D. Con estas tecnologías se pretende la creación de escenarios en el aula que impliquen tareas de diseño y programación de materiales para el aprendizaje de diversos contenidos didácticos en áreas y etapas educativas diferentes desde un enfoque colaborativo, inclusivo y conectivista que susciten en el discente el desarrollo de las inteligencias múltiples y las competencias digitales acorde con las demandas de la sociedad del conocimiento y de la información.

Palabras Clave

Realidad Aumentada. Modelado 3D. Impresora 3D. Robótica Educativa. Inteligencias Múltiples.

Abstract

Augmented reality and robotics are valuable emerging technologies to respond from an innovative perspective to the new learning styles of primary and secondary students in the new digital age. In line with the latest editions of the NMC Horizon Report (2015, 2016), the implementation in the classroom of technologies based on robotics, 3D modelling, 3D printing and augmented reality will be an opportunity to reshape the teaching practice from a didactic, methodological, organizational, curricular, training, spatial and temporal point of view.

This work offers a conceptual review and an analysis of robot models and applications based on augmented reality and 3D modelling. By means of these technologies we intend to create situations in the classroom involving material design and programming tasks to learn varied didactic contents in different education areas and stages, following a collaborative, inclusive and connectionist approach to develop the multiple intelligences and digital competences in the learner, according to what the knowledge and information society demands.

Key Words

Augmented reality. 3D modeling. 3D printer. Educational robotics. Multiple intelligences.

1. Aproximación epistemológica: robótica, modelado 3d, impresora 3d y realidad aumentada

Son muchas las instancias que prevén el incremento de la tecnología de la Realidad Aumentada, la Robótica Educativa, modelado 3D, las impresoras 3D y su implementación en el ámbito educativo como factor de calidad con un carácter innovador bajo la concepción del desarrollo de competencias basadas en el razonamiento lógico, el trabajo en equipos colaborativos, el aprendizaje basado en la resolución de problemas para la motivación del alumnado ante materias STEM (CTIM en español: Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Los informes Horizon Report (2014, 2015 y 2016) liderados por el New Media Consortium y Educause con la colaboración de especialistas a nivel mundial y que constituyen un proyecto de investigación de una década de duración diseñado para identificar y describir las tecnologías emergentes que puedan tener un impacto en el aprendizaje, la enseñanza y la investigación en el presente, futuro inmediato y futuro lejano de distintos países. En dichos informes se prevé un horizonte de implantación de la realidad aumentada en el terreno educativo de 2 a 3 años, mientras que la robótica educativa de 3 a 4 años.

La robótica: en escenarios educativos hace referencia al conjunto de actuaciones, desempeños y habilidades dirigidas hacia el diseño, construcción, programación, configuración, aplicación de robots que son máquinas que realizan una serie de tareas automatizadas. Y dichas creaciones construidas con diferentes materiales y recursos tecnológicos pueden ser programados y controlados desde un ordenador a través de softwares como Scratch, mBlock, Bitbloq (la propia plataforma de programación de la compañía bq) los cuales presentan un entorno de programación mediante diagramas de flujo, o bien, haciendo uso de aplicaciones móviles sincronizadas con los robots (Acuña, 2012; Horizon Report, 2016).

Modelado 3D: En el lenguaje de los gráficos en 3D, un modelo es un archivo que contiene la información necesaria para ver o “renderizar” un objeto en tres dimensiones. Este archivo contiene dos tipos de información (información obtenida de: <http://abc.mitreum.net/wp-content/uploads/clase2-parte1-teoria.pdf>):

1. *La geometría*, que hace referencia a la forma del objeto (esfera, cubo, cilindro, cono, donut, prisma, semiesfera, pirámide) (Figura 1). Para el sistema computacional, la información de la geometría del modelo define las superficies del objeto como una lista de polígonos planos que comparten lados y vértices. El modelo se diseña sobre una malla.

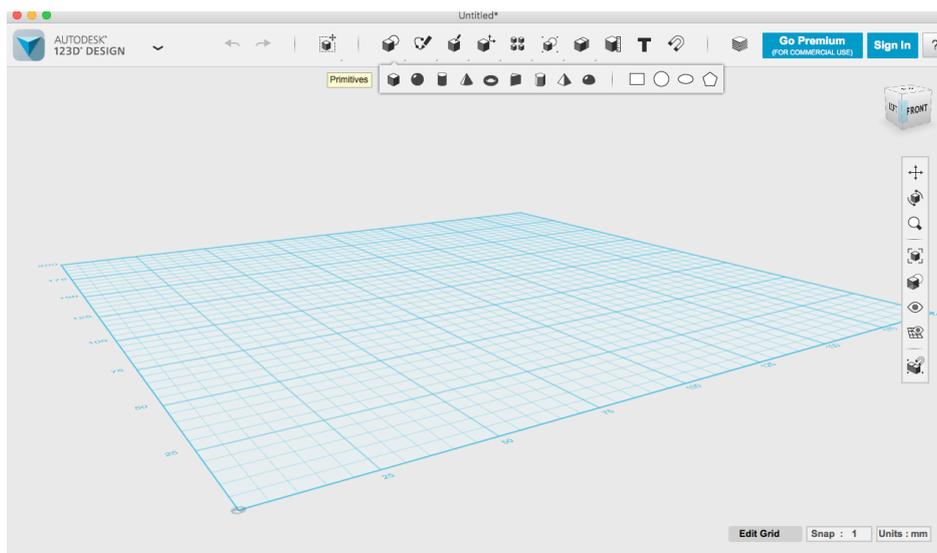


Figura 1. Plataforma de la aplicación 123D Design con malla para la creación de objeto 3D. En la parte superior podemos observar las forma geométricas que podemos elegir para componer nuestro modelo 3D.

2. *Los atributos de la superficie del objeto*, son aquellas característica que definen la apariencia del objeto en cuanto a color, textura con el objetivo de atribuirle el máximo realismo y parecido con elemento que representa en cuanto a material del que está hecho.

Impresora 3D: es una máquina que nos permite realizar impresiones de objetos 3D a partir de un diseño concreto generado mediante un programa CAD (de Diseño Asistido por

Ordenador) en formatos .stl y .obj. Dichos diseños en 3D pueden ser piezas, figuras, maquetas. Los sectores en los que comenzaron a utilizarse son en la arquitectura y en el diseño industrial. En la actualidad se está extendiendo su uso en la fabricación de prótesis médicas, ya que la impresión 3D permite adaptar cada pieza fabricada a las características exactas de cada paciente. Aunque cada vez en mayor medida, se utilizan estas impresoras en el contexto educativo como recurso didáctico. Los defensores de makerspaces para la educación (espacios de invención y fabricación digital creativa para la comunidad) destacan el beneficio de los estudiantes que participan en la resolución de problemas creativos de orden superior a través de un acercamiento práctico al diseño, la construcción, y la iteración. La cuestión de cómo renovar o reutilizar las aulas para hacer frente a las necesidades del futuro se está respondiendo a través del concepto de los makerspaces o talleres que ofrecen herramientas y las experiencias de aprendizaje necesarias para ayudar a las personas a llevar a cabo sus ideas (Horizon Report, 2015).

Realidad Aumentada: La Realidad Aumentada (RA en adelante) hace referencia a “*la visualización directa o indirecta de elementos del mundo real combinados (o aumentados) con elementos virtuales generados por un ordenador, cuya fusión da lugar a una realidad mixta*” (Cobo y Moravec, 2011:105). En la misma línea Azuma (1997), la concibe como aquella tecnología que combina elementos reales y virtuales, creando escenarios interactivos, en tiempo real y registrados en 3D. También es definida por Cabero (2013), Gómez (2013), Cabero y Barroso, 2015, 2016a, 2016b, Cabero y García (2016), Cabero, Leiva, Moreno, Barroso y López, 2016 como aquel entorno en el que tiene lugar la integración de lo virtual y lo real, es decir, la combinación de información digital e información física en tiempo real a través de distintos dispositivos tecnológicos; es decir, consiste en utilizar un conjunto de dispositivos tecnológicos que añaden información virtual a la información física, para crear de esta forma una nueva realidad, pero en la cual la tanto la información real como la virtual desempeñan un papel significativo para la construcción de un nuevo entorno comunicativo mixto amplificado y enriquecido. Otros autores elaboran conceptos más complejos abarcando más elementos implicados en este proceso, como nos indican De Pedro (2011, p. 301) y Prendes (2015, p.188) debemos tener en cuenta que

la RA no reemplaza el mundo real por uno virtual, como ocurre si empleamos tecnología basada en realidad virtual, sino al contrario, la realidad aumentada, nos permite mantener el mundo real que ve el usuario complementándolo con información virtual que se superpone sobre la real. De ese modo, el usuario recibe estímulos del contexto real y del contexto virtual amplificándose las posibilidades de aprendizaje. Por último, diversos autores (Basogain, Olabe, Espinosa, Rouèche y Olabe, 2007; Kato, 2010) indican que la RA se puede definir como objetos virtuales o anotaciones que pueden ser superpuestos en el mundo real como si realmente existieran integrados en el entorno físico, es decir, esta tecnología mantiene el mundo real complementándolo con información virtual.

2. Inteligencias múltiples para el desarrollo holístico del alumnado

La teoría de las inteligencias múltiples es un modelo propuesto por Howard Gardner e implementado por Thomas Armstrong, en el que la inteligencia no es vista como algo unitario que agrupa diferentes capacidades específicas con distinto nivel de generalidad, sino como un conjunto de inteligencias múltiples, distintas e independientes (Armstrong, 2006). Gardner (2005) define la inteligencia como la capacidad de resolver problemas o elaborar productos que sean valiosos en una o más culturas. Hasta hace muy poco tiempo la inteligencia se consideraba algo innato e inamovible. Se nacía inteligente o no, y la educación no podía cambiar ese hecho. Tanto es así que en épocas pasadas a los deficientes psíquicos no se les educaba, porque se consideraba que era un esfuerzo inútil.

Gardner (2005) identificó los diferentes tipos de inteligencia basándose en diversos criterios: estudios de individuos que mostraban talentos inusuales en un determinado campo; evidencia neurológica de áreas del cerebro especializadas en ciertas capacidades (incluyendo estudios de personas con daño cerebral que afectaba a una capacidad determinada); la relevancia evolutiva de ciertas capacidades; estudios psicométricos; y una formulación teórica del área tratada para cada inteligencia propuesta. Dicho autor, en un principio, identificó siete inteligencias principales, añadiendo una octava en 1999 (la inteligencia naturalista) y planteó la posibilidad de que también podría existir una inteligencia existencial. De este modo, finalmente Gardner (2015) establece la existencia de

ocho tipos de inteligencias, las cuales son: inteligencia lingüística; inteligencia lógico-matemática; inteligencia musical; inteligencia espacial; inteligencia corporal-kinestésica; inteligencia interpersonal; inteligencia intrapersonal; inteligencia naturalista.

3. Robots en el ámbito educativo

En este apartado se presentan una serie de modelos adecuados para el ámbito educativo en las diferentes etapas:

- **BEE-BOT**: es un pequeño robot en forma de abeja que se programa a través una serie de comandos de acción (avanzar, retroceder, girar...), los cuales se pueden secuenciar siguiendo algoritmos diferentes (una serie de instrucciones y combinaciones de acciones) mediante la pulsación de botones para llegar a un destino que marcamos como objetivo.

- **Robot MIP**: este robot con su sistema de autoequilibrio, posee una estabilidad excepcional que le permite moverse o transportar objetos. Gracias a sus distintos sensores, reacciona ante los movimientos de las manos y obstáculos que se pueda encontrar. A través de la aplicación móvil para iOS y para Android y los colores que adquiera el pecho del robot, podemos teledirigirlo, configurar diversos estados de ánimo, programar secuencias rítmicas en diferentes estilos a partir de la música elegida, dibujar el itinerario que deseamos que recorra con la posibilidad de trazar letras, números, formas geométricas, mantener en equilibrio un número de objetos apilados en su bandeja.

- **Zowi**: se trara de un robot diseñado por la compañía bq compuesto por un microcontrolador Arduino programable a través de bitbloq (<http://bitbloq.bq.com/#/>) en el ordenador o una aplicación de móvil para Android. El robot se adapta al ritmo de aprendizaje del niño en el proceso de programación, con cada proyecto completado se desbloquean nuevos retos lo cual posibilita el aprendizaje basado en la resolución de problemas mediante la exploración, la investigación y el descubrimiento. De este modo, se fomenta el trabajo individual para el desarrollo del pensamiento computacional de manera autónoma o a través de equipos colaborativos orientados a la construcción conjunta de un proyecto.

- **Robots solares**: están constituidos por un kit de piezas que el alumnado debe ensamblar para construir distintos tipos de robots atendiendo a diferentes niveles de construcción, los

cuales de mueven de manera autónoma con energía solar. Son recursos muy útiles para introducir a los niños y niñas en el terreno de la robótica, la electrónica, la mecánica y la tecnología de la energía solar, estimulan la curiosidad por el entorno que les rodea, el interés por conocer cómo funcionan los objetos y el pensamiento creativo.

- **PLEO V2 Reborn y el perro robot CHIP:** son mascotas virtuales dotadas de gran autonomía, inteligencia artificial y personalidad propia. Son robots capaces de aprender y mostrar emociones ante los estímulos que recibe del exterior. PLEO es un dinosaurio que nace siendo una cría y posteriormente evoluciona desarrollando su propio carácter y personalidad según el trato, alimentación y enseñanzas que recibe de su cuidador. Más información: <http://www.juguetronica.com/pleo-v2-rb>. CHIP es un perro robot que emula las interacciones y reacciones de un perro real. A través de una pulsera inteligente, CHIP es capaz de reconocer a su propietario, seguirle e incluso esperar su llegada a casa. Más información: <http://wowwee.com/chip>

- **NAO:** diseñado tanto para entornos profesionales como educativos y domésticos. Los sistemas de programación que soporta son Choreographe, Phytton y C++, éstos lo hacen óptimo como plataforma de iniciación a la programación al mismo tiempo que lo convierten en una herramienta adecuada para la investigación y el desarrollo de nuevas aplicaciones. Más información: <http://aliverobots.com/>

- **LEGO WEDO y Lego Mindstorms EV3:** constituyen unos kits de robótica educativa para la construcción y programación de diferentes modelos de robot mediante el programa Scratch: <https://scratch.mit.edu/>. El kit de Lego WEDO está compuesto por los siguientes componentes: las piezas de lego, conector USB para el ordenador en el que se encajan los motores y/o sensores para que el programa Scratch los reconozca, un motor, un sensor de objetos y un sensor de inclinación (Figura 2). Más información: <http://www.lego.com/es-es/mindstorms/about-ev3>.

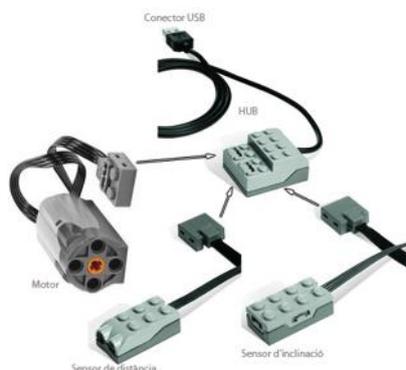


Figura 2. Componentes del kit de robótica Lego WEDO. Fuente de la imagen: Blog Robot y yo: <http://robotyoy.blogspot.com.es/2013/05/y-por-fin-lego-wedo.html>

4. Herramientas de Realidad Aumentada en Educación

- **Aurasma:** Es una aplicación de móvil multiplataforma, ya que está disponible para iOS (iPhone, iPad), Android y como aplicación web (Aurasma Studio). Ésta nos permite crear de forma sencilla y rápida escenarios de RA a partir de cualquier elemento de nuestro entorno o marcador/tracker. La aplicación nos ofrece una amplia galería con objetos tridimensionales animados, aunque podemos añadir nuestras propias fotografías, vídeos y modelos tridimensionales que constituirán aquellos elementos adicionales que enriquecerán el contexto real sobre el que hemos creado el escenario de realidad aumentada.

Los creadores de la aplicación han puesto a disposición de los usuarios la plataforma *web Studio Aurasma* a través de la cual se puede realizar una mayor variedad de acciones desde la aplicación web, como crear auras (escenario de RA) con modelos 3D para posteriormente importarlas al móvil. Además hace posible editar las auras ya creadas y añadir más de una capa virtual a una imagen.

- **Augment:** Es una aplicación disponible para Android e iOS. Ésta permite crear entornos aumentados a partir de la creación de un marcador o empleando el marcador oficial que podemos obtener de esta web: <http://www.augment.com/es/trackers> a partir del cual tras ser escaneado con un dispositivo móvil o tablet se despliega un elemento virtual en 3D o varios como se muestra en la figura 3. Para la obtención de modelos 3D en diferentes

formatos .kmz, .dae, .obj, .fbx o .3ds y la creación de escenarios de realidad aumentada podemos emplear programas de modelado como *SketchUp*, *123D Design*, *Creationist* o bien galerías con modelos tridimensionales como *3D Warehouse* (Figura 4) y posteriormente subimos los objetos 3D a la plataforma web Augment: <http://www.augment.com/es> (Figura 5) comprimidos en .zip para su visualización a través de la aplicación móvil Augment.



Figura 3. Modelos tridimensionales de las catedrales de Cádiz y Granada sobre un libro de texto de historia del arte y marcador oficial de Augment.

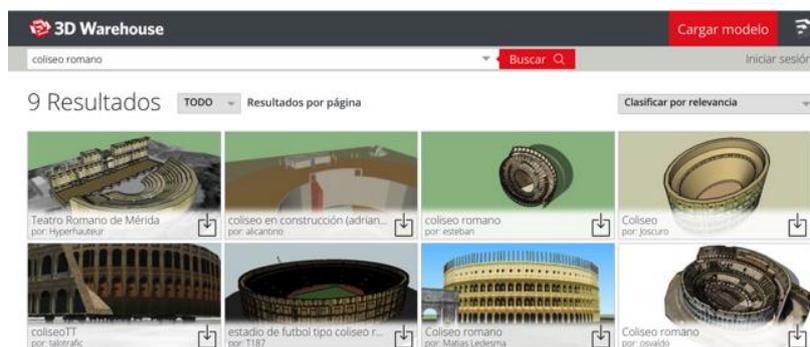


Figura 4. Galería de modelos tridimensionales 3D Warehouse: <https://3dwarehouse.sketchup.com/?hl=es>

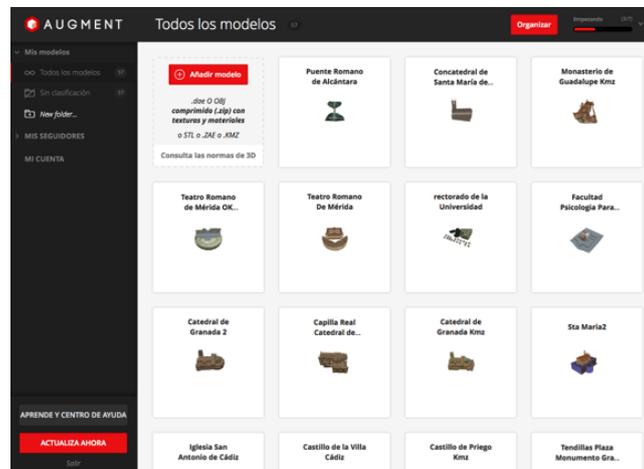


Figura 5. Plataforma web Augment para subir/importar modelos 3D que se visualizarán mediante la aplicación móvil Augment.

- **Aumentaty Author:** es un programa para ordenador que permite la generación de contenidos de realidad aumentada a partir de marcadores o fotografías de los que se despliegan elementos virtuales tridimensionales ya creados previamente con programas de modelado como SketchUp, o bien obteniéndolos de galerías de modelos 3D como Warehouse 3D, Archive 3D. *Aumentaty Viewer*, es un programa complementario, también disponible como aplicación para móviles, que permite visualizar objetos tridimensionales mediante la cámara o webcam en diversos dispositivos. Más información: <http://author.aumentaty.com>. Como plantean Fombona, Pascual y Madeira (2012) podemos observar cómo la RA amplía las imágenes de la realidad a partir de su captura a través de la cámara de un equipo informático o dispositivo móvil que añade elementos virtuales para la creación de una realidad mixta a la que se le han sumado datos informáticos. En la figura 6 se muestran los objetos 3D generados con realidad aumentada.

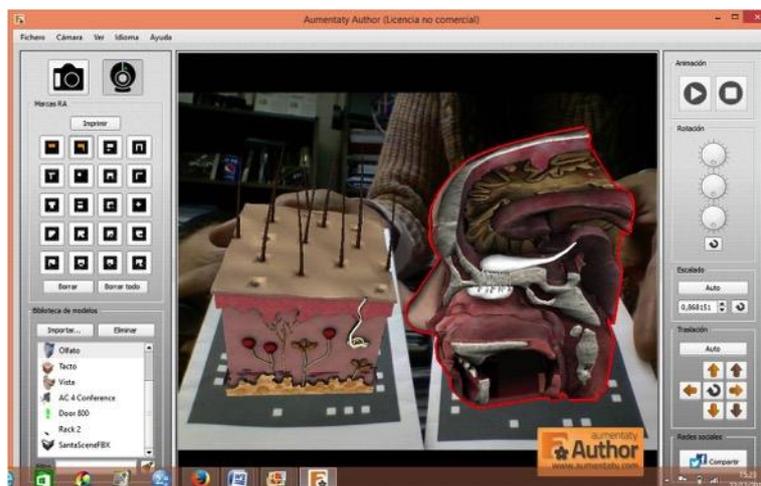


Figura 6. Realidad aumentada con el programa de ordenador Aumentaty Author.

- **Quiver**: aplicación basada en la realidad aumentada y la virtualidad, consiste en colorear láminas impresas que se obtienen de la web: <http://quivervision.com> y posteriormente, con la aplicación de móvil mediante la cámara, hacer que adquieran vida los dibujos creando escenarios de realidad aumentada adecuados para el aprendizaje. Las figuras 7 y 8 muestran láminas con contenidos educativos en las cuales el alumnado puede interactuar con su contenido.



Figura 7. Muestra de las partes de la célula vegetal, cuyo escenario de RA incorpora un juego interactivo donde el alumnado debe señalar la parte adecuada en función al nombre que aparece en pantalla. Figura 8. Muestra de un volcán en erupción con juego interactivo para aprender las diferentes partes de un volcán.

- **Chromville:** es una aplicación en la misma línea que la anterior basada en láminas para colorear que actúan de marcadores para generar entornos de realidad aumentada. También existen otras aplicaciones de los mismos desarrolladores denominadas *chromville Barcy*, destinada al abordaje del concepto del agua, energías renovables (Figura 9), y *chromville Science*, para introducir al alumnado en experiencias relacionadas con el campo de las ciencias organizada por secciones como: el cuerpo humano, los seres vivos, el laboratorio y el planeta Tierra. Las láminas para imprimir y colorear que actúan como marcadores para la creación de entornos de realidad aumentada a través de la cámara del dispositivo, se obtienen desde esta web: <https://chromville.com>



Figura 9. Energía hidráulica. Energías Renovables. Escenario interactivo de aprendizaje en realidad aumentada para comprender cómo se genera electricidad a partir de la corriente de agua.

- **Zookazam:** a través de esta aplicación podemos añadir un amplio repertorio de animales de diversas especies en nuestro entorno real. En la figura 10 podemos ver los repositorios de modelos 3D de animales clasificados por categorías en función de su especie. En las figuras 11 y 12, podemos observar los escenarios de realidad aumentada en los que insertamos los modelos tridimensionales de los animales en el contexto real con información acerca de sus características. Más información: <http://www.zookazam.com>

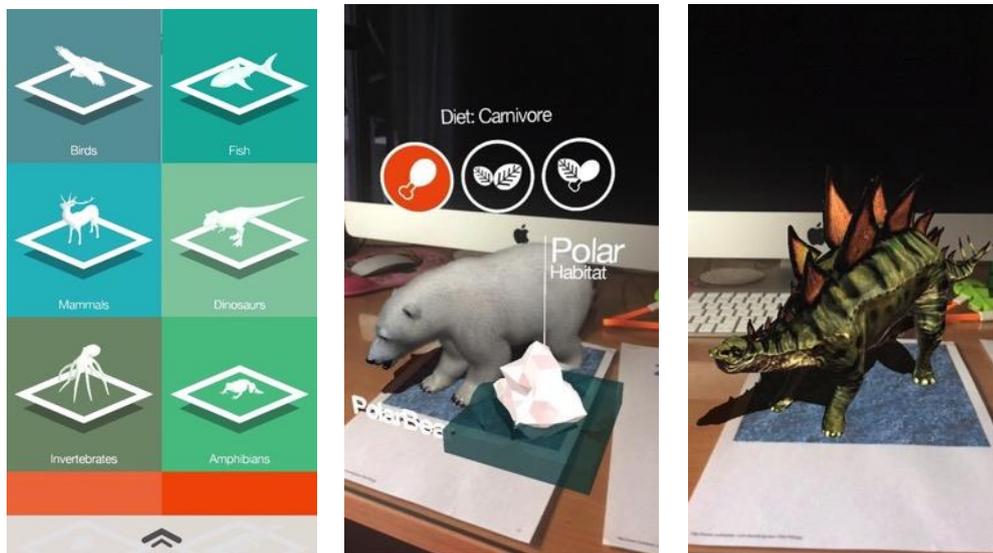


Figura 10. Panel inicial para seleccionar a los animales clasificados por categorías. Figuras 11 y 12. Ejemplos de animales (oso polar y dinosaurio de la especie de los stegosaurus) integrados en el contexto real con posibilidad de acceder a información adicional acerca de sus características.

- **AR ARKids:** esta aplicación también nos permite atribuirle vida a los personajes de láminas impresas que podemos obtener de la siguiente web: <http://www.ipad-kids.ru/ar-en.php> En las figuras 13 y 14, podemos ver ejemplos.



Figuras 13 y 14. Láminas con dibujos aumentados tras su visualización en realidad aumentada con la aplicación AR ARKids.

- **AR Flashcards Animal Alphabet:** a través de esta aplicación ofrecemos un escenario de aprendizaje del alfabeto, vocabulario de animales en inglés y diferentes especies de dinosaurios. Más información: <http://arflashcards.com/> En las figuras 15 y 16 se muestran ejemplos:

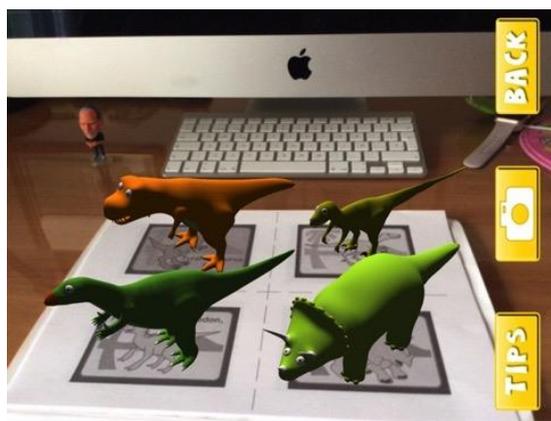


Figura 15. Tarjetas con el alfabeto asociado a nombres de animales en inglés para su visualización en 3D.

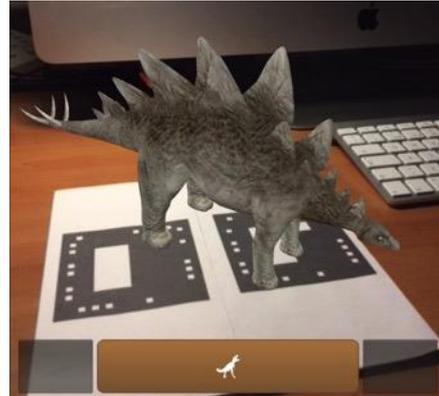
Figura 16. Tarjetas con diferentes especies de dinosaurios para su visualización en 3D.

- **AR Flashcard Space:** aplicación del mismo desarrollador que el anterior para la visualización de los planetas del sistema. Más información: <http://arflashcards.com/>. En las figuras 17 y 18 se muestran ejemplos:



Figuras 17 y 18. Muestran los planetas con tecnología de RA.

- **AR DinoRoar, Animal Cam, AR Dinopark:** nos permite crear un escenario de realidad aumentada insertando en el contexto real diversas especies de dinosaurios y otros animales. Las figuras 19 y 20 muestran ejemplos.



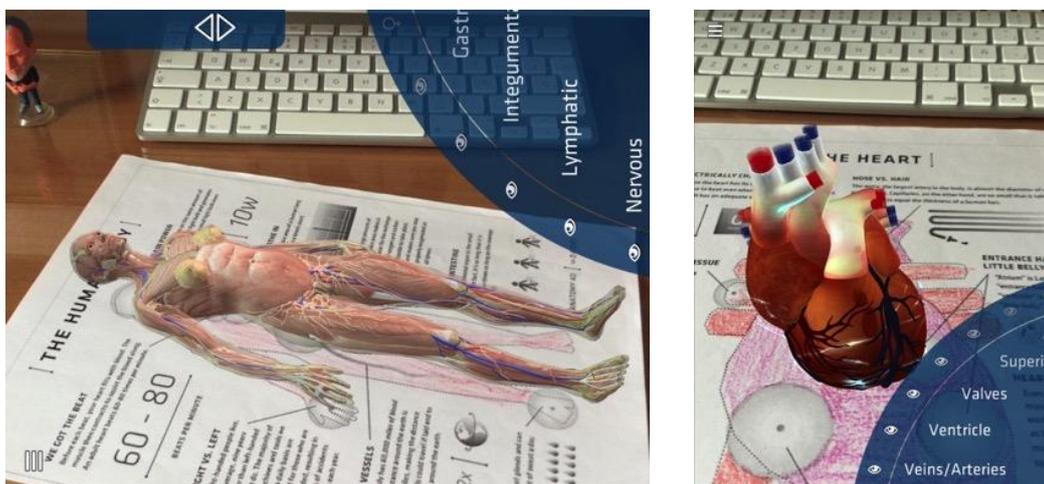
Figuras 19 y 20. Muestras de especies de dinosaurios incorporadas en el contexto real mediante las aplicaciones Animal Cam y AR Dinopark basadas en tecnología de RA.

- **Layar:** es una aplicación móvil para escanear aquellos elementos (objetos, imágenes, páginas de libros) que hayan sido aumentados empleando la aplicación web **Layar Creator**, a través de la cual, podemos añadir información virtual complementaria (carrusel de imágenes, vídeos, música, botones de acceso directo a nuestro perfil en Twitter, en Facebook, para que puedan seguirnos en Twitter, para hacer un Like, para compartir, enviar un correo, etc) que se superpone a la realidad que ha sido editada y aumentada en la plataforma de Layar Creator. Disponible en: <https://www.layar.com/accounts/login/?next=/creator/>. Las figuras 21 y 22 muestran ejemplos de aplicación de esta tecnología.



Figura 21. Fotografía del teatro romano de Málaga empleada en **Layar Creator** para la superposición de elementos virtuales adicionales que constituyen la realidad aumentada tras ser escaneada con la aplicación móvil Layar. Figura 22. Muestra de visualización de la capa de información virtual que complementa la foto de fondo empleando la aplicación móvil Layar.

- **Anatomy 4D:** aplicación que nos permite la visualización de los diferentes aparatos, órganos y sistemas a través de una lámina del cuerpo humano y otra lámina del corazón, las cuales actúan como marcadores para generar el escenario de aprendizaje aumentado. Dichas láminas las podemos descargar de la siguiente web: <http://blog.dagri.com/anatomy-4d-changes-the-way-we-learn-about-the-human-body>. Las figuras 23 y 24, muestra los ejemplos de visualización de los modelos 3D a través de la aplicación móvil.



Figuras 23 y 24. Visualización del cuerpo humano y corazón a través de RA.

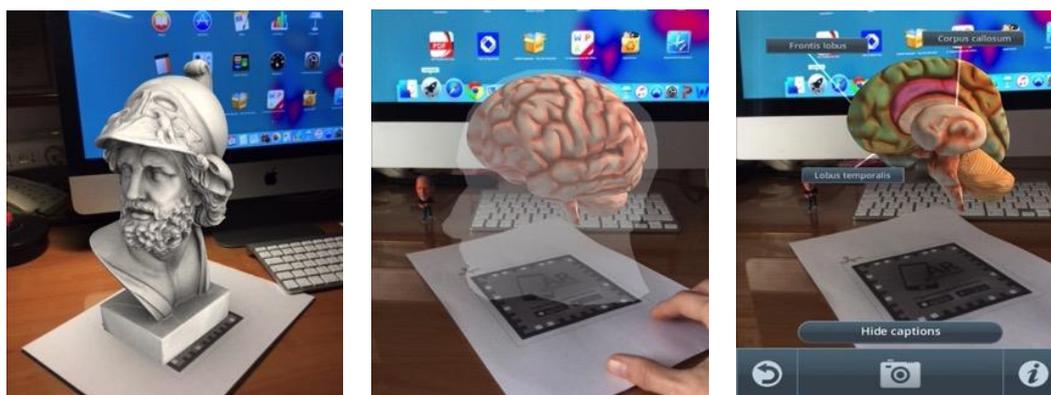
- **Elements 4D:** aplicación del mismo desarrollador de la aplicación anterior orientada al estudio de los elementos químicos de la tabla periódica. Más información:

<http://elements4d.dagri.com>. La figura 25 muestra un ejemplo de visualización de los elementos químicos correspondientes al bismuto y el cobalto.



Figura 25. En realidad aumentada con la aplicación Elements 4D podemos visualizar todos los elementos químicos de la tabla periódica. En esta imagen podemos observar el bismuto y el cobalto con todas sus características.

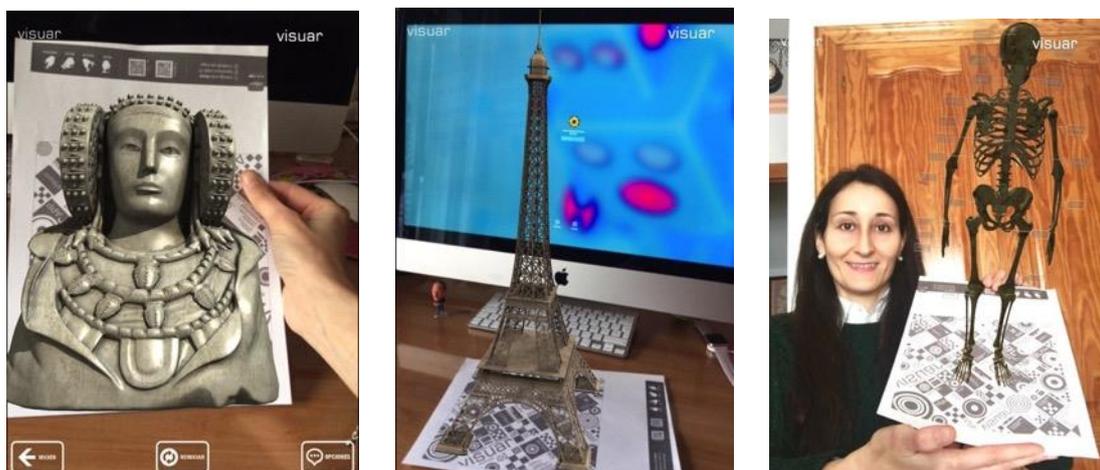
- **AR Showcase:** nos ofrece una serie de modelos 3D para su inserción y visualización en el contexto real empleando tecnología de realidad aumentada. Las figuras 26, 27 y 28 muestran algunos ejemplos.



Figuras 26, 27 y 28. Modelos 3D generados con la aplicación AR Showcase (busto de Pericles, cerebro, visualización del cerebro tras un corte sagital).

- **Visuar:** aplicación para visualizar en realidad aumentada elementos multimedia (imágenes, vídeos, audios y modelos 3D) que previamente, a través de la plataforma web

Visuar: <http://www.visuar.es> hemos generado y asociado a un marcador. Las figuras 29, 30 y 31 muestran ejemplos.



Figuras 29, 30 y 31. Muestras de la Dama de Elche, la torre Eiffel y el esqueleto en realidad aumentada.

5. Herramientas de modelado en 3D en Educación

A continuación, presentamos una amplia variedad de herramientas de modelado 3D disponibles para su uso en ordenadores y en dispositivos móviles con diversos sistemas operativos (Android, iOS, Mac y/o Windows) (Moreno, López y Leiva, 2016).

La empresa especializada en diseño gráfico Autodesk pone a disposición del usuario una serie de herramientas de modelado en 3D. Disponibles a través de esta web: <http://www.123dapp.com/create> para su instalación en el ordenador o bien en las plataformas de descarga de aplicaciones de App Store para iOS y Play Store para Android.

- **123D Sculpt +:** para esculpir y modelar a partir de un boceto 3D básico.
- **123D Design:** para diseñar modelos tridimensionales partiendo de figuras geométricas básicas, piezas de robots, de coches, partes de un edificio, de un avión, materiales de ferretería.
- **123D Catch:** para convertir objetos de nuestro entorno real en modelos 3D.

Por otro lado, están disponibles otros programas y aplicaciones móviles para el diseño de objetos 3D:

- **Blender:** es un programa informático multiplataforma, dedicado especialmente al modelado, animación y creación de gráficos tridimensionales. El programa fue inicialmente distribuido de forma gratuita pero sin el código fuente, con un manual disponible para la venta, aunque posteriormente pasó a ser software libre. Actualmente es compatible con todas las versiones de Windows, Mac OS X, GNU/Linux, Solaris, FreeBSD e IRIX. Disponible para su descarga en: <https://www.blender.org/> Manual de uso: <http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/181/cd/indice.htm>
- **SketchUp:** Es un programa de diseño gráfico y modelado en tres dimensiones (3D) basado en caras, fue desarrollado por @Last Software, empresa adquirida por Google en 2006 y nació como complemento de Google Earth hasta que finalmente fue vendida a TrimbleBuildings en 2012. Este programa actualmente no sólo es utilizado por profesionales, sino también por estudiantes y profesores. El objetivo de esta aplicación es que a través de sus diferentes productos los alumnos puedan utilizarlos para expresar ideas, descubrir nuevas posibilidades artísticas y fomentar la creatividad. Posee diferentes tutoriales así como asesoramiento para su aplicación en centros escolares en diferentes países del mundo. Disponible en: <http://www.sketchup.com/es>
- **3D Creationist:** esta aplicación está disponible para Android e IOs y nos permite crear modelos 3D de manera simple e intuitiva. La aplicación dispone de las herramientas básicas para realizar nuestros diseños sin necesidad de poseer conocimientos avanzados en diseño gráfico. Disponible en: <http://3dcreationist.com>.

A continuación, se presenta un ejemplo mediante las figuras 32 y 33 de un modelo 3D creado con 123D Design, cuyo formato .STL ha sido importado a la plataforma web de la plataforma de realidad aumentada, Augment, para su visualización como modelo tridimensional. Además dicho modelo en formato .STL se puede imprimir en 3D.



Figuras 32 y 33. Modelo 3D creado con la aplicación 123D Design.

6. Conclusiones

A lo largo del presente trabajo ha quedado de manifiesto los beneficios que supone para el aprendizaje de diversos contenidos didáctico en las diferentes etapas educativas ese carácter multimedial de la realidad aumentada y el carácter manipulativo y creativo de la robótica, haciendo posible que la adquisición de los contenidos se produzca a través de diversas vías sensoriales, ya sean visuales, auditivas y/o táctiles-kinestésicas-manipulativas, adaptándose a los diversos estilos de aprendizaje de los discentes.

En este sentido, siguiendo las directrices de la *teoría de las Inteligencias Múltiples* formulada por Gardner (1995, 1997) la selección de estas herramientas de realidad aumentada, el contenido didáctico y las propuestas de actividades para su abordaje, deben ir orientados hacia el logro de ese desarrollo, estímulo y activación a nivel integral de todas las inteligencias que posee el educando (lingüística, lógico-matemática, espacial, cinético-corporal, musical, interpersonal, intrapersonal y naturalista), lo cual puede hacerlo posible ese carácter multimedial de esta tecnología, estimulando todos los canales sensoriales para que se produzca el aprendizaje. Como explicita Cabero (2007) la diversidad de medios pueden ser útiles para alentar los diferentes tipos de inteligencia, en el sentido que: a) Diversidad de medios y por tanto, la posibilidad de ofrecer una variedad de experiencias; b) Diseño de materiales que movilicen diferentes sistemas simbólicos, y que por tanto, se puedan adaptar más a un tipo de inteligencias que a otra; c) Posibilidad de utilizar diferentes estructuras semánticas, narrativas, para ofrecer perspectivas diferentes de la información adaptadas a las inteligencias múltiples de los discentes; d) El poder ofrecer con

ellas tanto acciones individuales como colaborativas, y en consecuencia adaptarse de esta forma a las inteligencias inter e intrapersonal; e) Creación de herramientas adaptativas/inteligentes que vayan funcionando en base a las respuestas, navegaciones e interacciones, que el sujeto establezca con el programa o con el material; f) Elaboración de materiales que permitan presentar información en la línea contraria de la inteligencia múltiple dominante del sujeto, de manera que favorezca la formación de todas ellas, y g) Registro de todas las decisiones adoptadas por el sujeto con el material, y en consecuencia favorecer mejor su capacitación en un tipo de inteligencia.

Por lo tanto, desde esta concepción multimedial, cobra sentido la aplicación de la realidad aumentada en el ámbito educativo, ya que ésta favorece el aprendizaje por descubrimiento, mejora la información disponible para los estudiantes, ofreciendo la posibilidad de visitar lugares históricos, estudiar objetos muy difíciles de conseguir en la realidad. Este entorno amplificado permite que los discentes aprendan de manera individual o colectiva, interactuando con los elementos generados de forma virtual poniendo en marcha todas las inteligencias que posee. Aunque lo más importante acerca de las características de estas herramientas y las propuestas de actividades que podemos plantear en el aula haciendo uso de esta tecnología, es el carácter global del aprendizaje que genera en un espacio mixto en el que se mezclan la virtualidad y la realidad, así como la idea de obtener una interactividad significativa y amplificada. Además, las ventajas de su aplicación a este ámbito del *e-learning* son muy diversas. En estos contextos de aprendizaje aumentados, se espera que los estudiantes estén más motivados para participar en el proceso de aprendizaje, al tratarse de actividades más interactivas, flexibles, dinámicas, versátiles y en las que el discente puede experimentar y manipular diversas situaciones (Leiva y Moreno, 2015; Moreno, Leiva y Ordóñez, 2015; Moreno, Leiva y Matas, 2016).

9. Bibliografía

Acuña, A. L. (2012). Diseño y administración de proyectos de robótica educativa: lecciones aprendidas. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de*

- la Información. 13(3), pp. 6-27. Recuperado de: http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/9126/9355
- Armstrong, TH. (2006). *Inteligencias múltiples en el aula. Guía práctica para educadores*. Barcelona: Paidós.
- Azuma, R. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6 (4), pp. 355-385.
- Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., Rouèche, C. y Olabe, J.C. (2007). Realidad Aumentada en la Educación: Una tecnología emergente. Comunicación presentada a Online Educa Madrid en *7a Conferencia Internacional de la Educación y la Formación basada en las Tecnologías*, Madrid.
- Cabero, J. (2007). *Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Educación*. Madrid: McGraw-Hill.
- Cabero, J. (2013). Ponencia: E-Learning 2.0. *3er Congreso Internacional sobre Buenas Prácticas con TIC en la Investigación y la Docencia*. Universidad de Málaga. 23-25 de octubre.
- Cabero, J. y Barroso, J. (2015). Realidad Aumentada: posibilidades educativas. En J. Ruiz-Palmero, J. Sánchez-Rodríguez y E. Sánchez-Rivas, (Edit.). *Innovaciones con tecnologías emergentes*. Málaga: Universidad de Málaga.
- Cabero J. y Barroso, J. (2016a). Posibilidades educativas de la realidad aumentada. *New Approaches in Educational Research*, 5 (1), pp. 46-52.
- Cabero, J. Y Barroso, J. (2016b). Ecosistema de aprendizaje con realidad aumentada: posibilidades educativas. *TCyE*, 5, pp. 141-154. Recuperado de: <http://www.tecnologia-ciencia-educacion.com/index.php/TCE/article/view/101>
- Cabero, J. y García, F. (coords.) (2016). *Realidad aumentada. Tecnología para la formación*. Madrid: Síntesis.
- Cabero, J., Leiva, J.J., Moreno, N.M., Barroso, J. y López, E. (2016). *Realidad Aumentada y Educación. Innovación en contextos formativos*. Barcelona: Octaedro.
- Cobo, C. y Moravec, J.W. (2011). *Aprendizaje invisible. Hacia una nueva ecología de la educación*. Barcelona: Col.lecció Transmedia XXI. Laboratori de Mitjans Interactius/Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona. Recuperado de: <http://www.aprendizajeinvisible.com/es/>

- De Pedro, J. (2011). Realidad Aumentada: un nuevo paradigma en la educación superior. En E. Campo, M. García, E. Meziat & L. Bengochea (eds.). *Educación y sociedad* (pp. 300-307). Chile: Universidad La Serena.
- Fombona, J., Pascual, M.A. y Madeira, M.F. (2012). Realidad Aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 41, pp.197-210.
- Gardner, H. (1995). *La mente no escolarizada*. Barcelona: Paidós
- Gardner, H. (1997). *Inteligencias Múltiples*. Barcelona: Paidós.
- Gardner, H. (2005). *The development and education of the mind: The collected works of Howard Gardner*. London: Taylor and Francis.
- Gómez, M. (2013). Educación Aumentada con Realidad Aumentada. En *3er Congreso Internacional sobre Buenas Prácticas con TIC en la Investigación y la Docencia*. Universidad de Málaga. 23-25 de octubre.
- Horizon Report NMC (2014). Higher Education Edition. Recuperado de: <http://redarchive.nmc.org/publications/2014-horizon-report-higher-ed>
- Horizon Report NMC (2015). Higher Education Edition. Recuperado de: <http://www.nmc.org/publication/nmc-horizon-report-2015-higher-education-edition>
- Horizon Report NMC (2016). Higher Education Edition. Recuperado de: <http://www.nmc.org/publication/nmc-horizon-report-2016-higher-education-edition/>
- Kato, H. (2010). *Return to the origin of Augmented Reality* [Archivo de vídeo]. Presentation at IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality 2010 (Seoul, Korea). Panel discussion: "The Future of ISMAR: Converging Science, Business, and Art" (organized by Henry Fuchs and Christian Sandor). Recuperado de: <http://www.youtube.com/watch?v=b33eqcVz7X8>
- Leiva, J.J. y Moreno, N. M. (2015). Tecnologías de geolocalización y realidad aumentada en contextos educativos: Experiencias y Herramientas didácticas. *Revista Didáctica, Innovación y Multimedia*, 31. Recuperado de: <http://dim.pangea.org/revistaDIM31/revista31ARgeolocalizacion.htm>
- Moreno, N.M., Leiva, J.J. y Ordóñez, E. (2015). La realidad aumentada como factor de calidad e innovación educativa. En J.L. Sarasola Sánchez-Serrano; L. Molona

- García; M.I. Hernández Romero; N.M. Moreno Martínez y E. López Meneses (Dirs.), *I Seminario Internacional Hispano-Mexicano de Formación, Investigación e Innovación Universitaria 9 y 10 de Junio de 2015* (pp.102-111). Madrid: Afoe.
- Moreno, N.M., López, E. y Leiva, J.J. (2016). Tecnologías emergentes para el desarrollo de la innovación educativa: Modelado en 3D y Realidad Aumentada. En J. Gómez Galán, E. López Meneses, L. Molina García, A. Jaén Martínez y A.H. Martín Padilla (Eds.), del *I Congreso Virtual Internacional en Formación, Investigación e Innovación Educativa. Libro de Actas. Universidad Metropolitana UMET). Sistema Universitario Ana G. Méndez San Juan (Puerto Rico): 17,18 y 19 de febrero de 2016*. Sevilla: Editorial AFOE.
- Moreno, N. M., Leiva, J. J., y Matas, A. (2016). *Mobile learning, Gamificación y Realidad Aumentada para la enseñanza-aprendizaje de idiomas. International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 6, pp.16-34.
- Prendes, C. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*. 46, pp.187-203.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Moreno Martínez, N.M.; Leiva Olivencia, J. y López Meneses, E. (2016). Robótica, modelado 3d y Realidad Aumentada en educación para el desarrollo de las inteligencias múltiples. *Aula de Encuentro*, 18 (2), pp. 158-183.

**Noelia Margarita Moreno Martínez es
Profesora Sustituta Interina en el Departamento de Teoría
e Historia de la Educación y Métodos de Investigación y Diagnóstico
en Educación de la Universidad de Málaga
Correo_e: nmarg@uma.es**

Juan Leiva Olivencia es
Profesor Contratado Doctor de Didáctica y Organización Escolar en la Facultad de
Ciencias de la Educación de la Universidad de Málaga
Correo_e: juanleiva@uma.es

Eloy López Meneses es
Profesor Titular del Departamento de Educación y Psicología Social de la
Universidad Pablo de Olavide (Sevilla)
Correo-e: elopmen@upo.es

Enviado: 17 de mayo de 2016

Aceptado: 6 de noviembre de 2016