

edmetic

Revista de Educación Mediática y TIC



**El Arenero Educativo: La Realidad Aumentada un nuevo recurso para la  
enseñanza**

**The Educational Sandbox: Augmented Reality a new resource for  
teaching**

105

---

Fecha de recepción: 17/11/2016  
Fecha de revisión: 05/12/2016  
Fecha de aceptación: 28/12/2016

## **El Arenero Educativo: La realidad aumentada un nuevo recurso educativo para la enseñanza**

### **The Educational Sandbox: Augmented reality a new resource for teaching**

**Sergio Álvarez Sánchez<sup>1</sup>, Laura Delgado Martín<sup>2</sup> Miguel Ángel Gimeno González<sup>3</sup>, Teresa Martín García<sup>4</sup>, Fernando Almaraz Menéndez<sup>5</sup> & Camilo Ruiz Méndez<sup>6</sup>**

#### **Resumen:**

En este artículo presentamos el proyecto Arenero Educativo que utiliza la tecnología de Realidad Aumentada para implementar un recurso para la enseñanza de las matemáticas y las ciencias naturales. Esta instalación usa una cámara infrarroja para leer la superficie tridimensional de la arena y después dibujar sobre ella curvas de nivel y cuerpos de agua que se transforman cuando el usuario interactúa con la arena.

Describimos con detalle las nuevas posibilidades de su interfaz novedosa y su implementación técnica. Detallamos también nuestra propuesta didáctica y reflexionamos acerca de la importancia de establecer una ruta de implementación accesible. Finalmente, discutimos acerca de la importancia del MediaLab de la Universidad de Salamanca como agente dinamizador de este tipo de proyectos multidisciplinares.

**Palabras claves:** Ciencias y tecnología, Educación, Interdisciplinariedad, Interfaz, Medios de enseñanza.

#### **Abstract:**

In this paper, we present the project Educational Sandbox that uses the Augmented Reality to implement a resource for the teaching of mathematics and natural sciences. This installation uses an infrared camera to read the three-dimensional surface of the sand and then draw on it contours and bodies of water that are transformed when the user interacts with the sand.

We describe in detail, the new possibilities of this novel interface and its technical implementation. We also describe our didactic proposal for this installation and reflect on the importance of establishing an accessible implementation route. Finally, we discuss about the importance of the MediaLab of the University of Salamanca as a dynamizing agent of this type of multidisciplinary projects.

**Keywords:** Sciences and technology, Education, Interdisciplinarity, Interface, Teaching materials.

---

<sup>1</sup> Universidad de Salamanca, España; [seralsa@usal.es](mailto:seralsa@usal.es)

<sup>2</sup> Universidad de Salamanca, España; [laura@usal.es](mailto:laura@usal.es)

<sup>3</sup> Universidad de Salamanca, España; [gimeno@usal.es](mailto:gimeno@usal.es)

<sup>4</sup> Universidad de Salamanca, España; [teresam@usal.es](mailto:teresam@usal.es)

<sup>5</sup> Universidad de Salamanca, España; [falmaraz@usal.es](mailto:falmaraz@usal.es)

<sup>6</sup> Universidad de Salamanca, España; [camilo@usal.es](mailto:camilo@usal.es)

## 1. Introducción

El uso de las nuevas tecnologías en la educación abre un sin fin de posibilidades para crear nuevas experiencias educativas y oportunidades para establecer un aprendizaje efectivo (Lee, 2013). La ubicuidad de los dispositivos electrónicos móviles y un ecosistema de tecnologías cada vez más accesibles han creado un caldo de cultivo ideal para la implementación de estas innovaciones educativas. Al mismo tiempo, el movimiento *maker* (Hatch, 2013) que busca construir hardware de forma abierta basado en las nuevas tecnologías y el movimiento del software libre (Webber, 2004), han establecido una serie de herramientas accesibles que permiten desarrollar de forma colaborativa soluciones avanzadas que implementan estas tecnologías en la educación.

Sin embargo, las nuevas tecnologías *per se* no son una garantía para lograr un aprendizaje efectivo, significativo y real, por el contrario, su incorrecta implementación puede entorpecer el aprendizaje o generar un exceso de atención al medio más que al objetivo final de una mejor experiencia educativa. Es por eso que es necesario diseñar de forma cuidadosa estas experiencias para aprovechar todo su potencial.

En este artículo presentamos el Arenero Educativo, una experiencia que utiliza la Realidad Aumentada (de ahora en adelante AR, por sus siglas en inglés) para enseñar conceptos complejos que requieren un considerable grado de abstracción a los alumnos, tanto del currículo de ciencias y matemáticas en bachillerato y educación secundaria, como de geología en un grado universitario. En él, describimos las posibilidades de esta tecnología y reflexionamos acerca de la importancia de un correcto diseño de la experiencia.

El trabajo que presentamos está dividido en cuatro partes: En la primera describimos la implementación del Arenero Educativo, los detalles técnicos de su construcción y las posibilidades que ofrece esta interfaz no tradicional para interactuar con la capa de información digital. En la segunda parte, analizamos la implementación y viabilidad de esta propuesta. En la tercera, reflexionamos acerca de cómo establecer un aprendizaje efectivo y el

currículo vigente. Finalmente, discutiremos acerca de la naturaleza multidisciplinar de este proyecto y la importancia de un espacio institucional como es el MediaLab para llevar a cabo este tipo de proyectos en la Universidad de Salamanca.

## **2. Revisión de la literatura**

En la anterior década hemos observado una explosión tecnológica caracterizada por la ubicuidad de los dispositivos móviles y la constante aparición de tecnologías en nuestra vida cotidiana. Este nuevo paradigma social ha comenzado a permear el mundo educativo (Bower, 2014), dando lugar a una gran colección de propuestas que explotan las posibilidades educativas que ofrecen estas tecnologías. En este artículo hacemos uso de la realidad aumentada para establecer una experiencia educativa.

La Realidad Aumentada (AR) es una tecnología que añade una capa de información digital a la realidad (Krevelen, 2010). Esta capa virtual de información se genera mediante sensores que retroalimentan las características del mundo real al tipo de información que se despliega ante el usuario. De esta forma, los atributos de la realidad se presentan aumentados al usuario utilizando diferentes tecnologías. El objetivo de la AR es proporcionar a los objetos del mundo real de atributos que expandan la información de los mismos y que permitan interactuar con ellos y con la información añadida.

Existen dos grandes categorías para clasificar las implementaciones de la AR. En la primera de ellas, se utilizan sensores de posición para establecer un vínculo entre la información digital desplegada y el sitio en el que se despliega (Kamarainen). El uso de GPS, mapa de redes WIFI o geolocalización es común en este tipo de implementaciones. En el verano del 2016, el juego móvil PokemonGo se convirtió en un éxito al implementar este tipo de paradigma en la búsqueda de criaturas del juego en diferentes partes de la ciudad. Este, hace uso de un mapa generado por el GPS para desarrollar la mecánica del juego. Su éxito, ha atraído gran atención sobre el potencial de esta tecnología y sus aplicaciones en otros ámbitos.

En una segunda categoría está el uso de las cámaras de los dispositivos móviles para identificar objetos donde se despliega la capa virtual de

información (Dunleavy 2014). Esta capa virtual aumenta, modifica y establece una conexión entre el mundo real y una capa de realidad que el usuario utiliza para interactuar con el contenido digital.

Ambas categorías se han desarrollado de forma vertiginosa, gracias a la ubicuidad y rápida adaptación de los dispositivos móviles que tiene cada vez más sensores y conexión permanente a internet. Sin embargo, en ambas categorías el uso de los dispositivos móviles establece una única interfaz para relacionarse con el contenido digital.

El usuario interactúa por medio de una pantalla táctil o un teclado con este tipo de contenido lo que determina muchas de las características de las experiencias. En este artículo exploramos las posibilidades de usar una interfaz más compleja en un contexto educativo.

## **2.1. Educación y realidad aumentada**

El uso de las tecnologías AR en la educación se ha desarrollado vigorosamente en la última década impulsado por la accesibilidad existente a los medios tecnológicos (Dunleavy, 2008).

Sin embargo, el desarrollo tecnológico no lo es todo. Las experiencias educativas con AR necesitan una ruta bien definida para su implementación en un entorno escolar. Mientras que es posible generar experiencias sofisticadas, que son valiosas para establecer un aprendizaje efectivo, algunas veces no es posible implementarlas en el aula debido a las necesidades técnicas, o a un diseño incompleto para su uso en un centro escolar en el que habitualmente no hay expertos específicos en la tecnología, o aunque los profesores habituales del centro sí conozcan la misma, su dedicación laboral, hace prácticamente imposible que dediquen el tiempo suficiente a su desarrollo, implantación y posterior mantenimiento.

Otro aspecto importante, es la demostración de que estas tecnologías contribuyen a un aprendizaje efectivo (Andújar, 2011). Esta tarea requiere una metodología precisa para comprobar sus beneficios a la hora de implementar una experiencia. En muchos casos, esto es difícil de llevar a cabo y sólo pueden hacerse análisis cualitativos del desarrollo de las experiencias con AR.

## **2.2. Interfaces**

En este artículo describimos un arenero educativo que proyecta las curvas de nivel sobre la superficie de la arena y que permite la simulación de agua en la orografía creada por la arena.

En este caso, la interfaz de la experiencia educativa es la arena del arenero que permite interactuar con la capa digital de información que despliega un proyector. Esta novedosa interfaz, establece nuevas oportunidades para la enseñanza. En primer lugar, vincula la actividad con un juego manipulativo, en el que no hay instrucciones previas necesarias para su desarrollo y que conecta con el juego infantil básico en un arenero. En un arenero, la manipulación directa de la materia, permite experimentar, plantear hipótesis y corroborarlas o no, sencilla y directamente con la manipulación. Permite la modificación directa de la materia, el análisis de sus propiedades y lo que es fundamental el todo proceso educativo, el cambio de rol del alumno como protagonista directo de su propio aprendizaje.

Esta inmediata vinculación con la actividad permite el desarrollo natural de la experiencia educativa, comenzando con el interés del alumno sin ningún tipo de explicación o estímulo previo. La experiencia, sea cual sea la edad del alumno, capta inmediatamente su atención.



Figura 1. El arenero educativo en funcionamiento. En las imágenes se puede ver la proyección de la capa digital sobre el arenero y como cambia cuando se modifica la superficie. Fuente: Elaboración propia

A continuación, se establece una etapa de experimentación en la que

el alumno genera nuevos paisajes y observa cómo se modifica en tiempo real, el mapa generado por el proyector. El alumno aprende el funcionamiento de la interfaz de manera inmediata y plantea nuevas situaciones que establecen la experimentación con la instalación. Como se puede ver en las imágenes siguientes (figura 1) con la puesta en marcha del Arenero Educativo.

Otro elemento interesante que establece esta interfaz, por su diseño y espacio, es la posibilidad del uso múltiple por varias personas que quieran interactuar con ella. Desde el punto de vista educativo, el trabajo colaborativo, la interacción no sólo con el medio, sino con otros alumnos, enriquece la experiencia. La atención inmediatamente se dirige a lo que hacen los otros, acompañando en muchos casos no sólo la acción con las manos, manipulando la arena, sino la verbalización de lo que sucede, de lo que se quiere hacer y del resultado obtenido. Esto da lugar, de forma natural y sin discusión previa, el establecimiento de tareas conjuntas. Un ejemplo de esto se puede ver en la figura 2, en una sesión real en el MediaLab.



Figura 2. En la fotografía un grupo de niños usando el arenero en el MediaLab Usal. Fuente: Elaboración propia

Por tanto, el uso de esta interfaz, establece una nueva forma de interactuar con el contenido digital y también establece unas limitaciones en las que se desarrolla la experiencia.

### 3. Implementación técnica de la interfaz

El arenero educativo implementa la experiencia AR por medio de una cámara infrarroja conectada a un ordenador y un cañón de vídeo. La cámara lee la superficie tridimensional de la arena, la transmite a un ordenador que la procesa y genera la capa digital de AR en la que se proyectan las curvas de nivel y cuerpos de agua que obedecen a la orografía del paisaje. Cuando el paisaje cambia el mapa se refresca estableciendo la interactividad

En la figura 3 podemos ver un esquema del arenero, con la estructura básica y el tamaño real.



Figura 3: Diagrama del arenero educativo. La mesa contiene el arenero y encima la cámara infrarroja (kinetic xbox), arriba el proyector que produce la imagen sobre la arena.

El desarrollador original de la idea es Oliver Kreylos, un investigador de visualización científica y geológica que trabaja en la Universidad de Davis, California. Se dedica al desarrollo de software científico y educativo en el área de Realidad Virtual (VR) y de Realidad Aumentada (AR), como es el caso del Arenero Educativo (Reed, 2014). Se inspiró en un prototipo de un arenero interactivo hecho en la República Checa llamado *Sandy Station* (Kreylos, 2016), aunque lo decidió elaborar desde cero y con licencia GPL de manera que se puede reproducir y modificar siempre que las mejoras realizadas sean igualmente libres.

El software que controla el arenero está desarrollado en OpenGL y

funciona bajo Linux. Éste consiste básicamente de un driver de la cámara Kinect 3D y librerías de reconocimiento de superficie. El software también sirve para procesar la información de la superficie y generar las curvas de nivel del paisaje en una escala de colores hipsométrica para diferentes alturas, que se proyectan generando la capa digital de AR sobre la orografía del arenero. Cuando se manipula la arena, la cámara detecta cambios en la superficie y el mapa se refresca de acuerdo a la nueva disposición de la arena.

Además, cuando se coloca una mano a una determinada altura sobre la arena (~55 cm), se simula lluvia de forma virtual y la masa de agua se desplaza en el mapa siguiendo las pendientes y se asienta en el punto más bajo del terreno. El curso del agua simulada está basado en un modelo real de dinámica de fluidos, por el que se resuelve la ecuación de Navier-Stokes en tiempo real, con las condiciones de contorno impuestas por la disposición de la arena.

Es necesario hacer un proceso de alineamiento previo para hacer coincidir la proyección del cañón encima de la superficie de la arena. Este proceso solo es necesario hacerlo al principio de una sesión y es muy rápido. Con lo cuál el mantenimiento de la instalación es muy sencillo.

#### **4. Implementación y viabilidad**

Uno de los principales problemas para innovar en este tipo de experiencias es que los materiales, tanto hardware como software son normalmente caros y difíciles de implementar. El Arenero Educativo utiliza hardware que puede conseguirse de forma fácil y sencilla: la cámara infrarroja es una cámara Kinect 3D que forma parte de la consola de videojuegos Xbox, como sólo es necesaria la cámara, el precio y accesibilidad está garantizado. El cañón de vídeo no tiene ninguna especificación especial y puede utilizarse alguno que se use en clase y. por último, el ordenador requiere una tarjeta gráfica que muestre el efecto del agua.

El software es accesible ya que se trata de Linux, con una licencia libre que permite su modificación y adaptación a circunstancias especiales. Además, tiene una comunidad de usuarios que permite intercambiar información y resolver pequeños problemas de construcción.

Por último, la mesa donde está el arenero es sencilla de construir y los materiales no son caros, al tratarse de un cajón de madera con unas patas como soporte.

Por tanto, esta implementación de la experiencia de AR, sólo requiere materiales accesibles, tiene un software de licencia libre y existe una comunidad alrededor, todo ello garantiza una ruta de implementación de esta solución en el ámbito escolar.

A continuación, discutimos la propuesta didáctica y los contenidos que pueden abordarse con esta instalación.

## **5. Propuesta educativa**

Respecto a la propuesta didáctica que queremos plantear con este proyecto, el trabajo se va a centrar en las etapas de la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, y en el desarrollo de contenidos de disciplinas científicas tales como matemáticas, geología y física, con una serie de actividades en las que el recurso educativo básico es el Arenero Educativo.

De acuerdo con la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa y el Real Decreto 1105/2014 de 26 de diciembre (BOE del 3 de enero), la Educación Secundaria Obligatoria contribuirá a desarrollar en los alumnos capacidades que les permitan, entre otros aspectos:

- Desarrollar y consolidar hábitos tanto de trabajo individual como en equipo, considerando este aspecto imprescindible tanto para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje, como medio de desarrollo personal.
- Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías.
- Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas
- Desarrollar la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.

Recogido igualmente en la legislación citada, el Bachillerato contribuirá a desarrollar en los alumnos capacidades que les permitan:

- Utilizar con solvencia las tecnologías de la información y la comunicación.

- Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar sus habilidades básicas.
- Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos.
- Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida.
- Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico.

Todos estos objetivos son susceptibles de ser alcanzados con nuestra propuesta didáctica, en la que el trabajo se puede plantear de forma individual como colectivamente y en la que el proceso de aprendizaje lo va organizando y dosificando el propio alumno a través de sus planteamientos, decisiones y conclusiones. Otro aspecto muy importante es el trabajo interdisciplinar, ya que el propio diseño del Arenero Educativo supone una integración de varias disciplinas científicas, entre ellas y obviamente por la propia naturaleza del proyecto, la tecnología.

En línea con la Recomendación 2006/962/EC, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente, la normativa en España, tanto a nivel estatal como autonómico, se basa en la potenciación del aprendizaje por competencias, para propiciar una renovación en la práctica docente y en el proceso de enseñanza y aprendizaje. La citada Recomendación, insta a los Estados miembros de la Unión Europea a “desarrollar la oferta de competencias clave” y delimitar la definición de competencia, entendida como una combinación de conocimientos, capacidades o destrezas y actitudes adecuadas al contexto.

La Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, describe las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación tanto de la Educación Primaria, como de la ESO y el Bachillerato, asume los planteamientos de la Recomendación 2006/912/EC y del RD 1105/2014, y fija la normativa relativa a la inclusión de las competencias en el currículo.

Las competencias claves esenciales para el bienestar de las sociedades europeas, el crecimiento económico y la innovación, y los conocimientos, capacidades y las actitudes esenciales vinculadas a cada una de ellas, son las siguientes:

- 1) Comunicación lingüística
- 2) Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología
- 3) Competencia digital
- 4) Aprender a aprender
- 5) Competencias sociales y cívicas
- 6) Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor
- 7) Conciencia y expresiones culturales

El proyecto educativo que nosotros planteamos permite desarrollar de forma plena las competencias relativas a las matemáticas, la ciencia y la tecnología, la competencia digital, pero también la de aprender a aprender por el propio diseño del mismo, y el protagonismo que obligatoriamente debe tomar el alumno con la manipulación del dispositivo.

Desde el punto de vista metodológico, con esta propuesta, pretendemos desarrollar en los alumnos destrezas de pensamiento y hábitos que les capaciten para la toma de decisiones, la argumentación y otras acciones analíticas y creativas basadas en el pensamiento crítico. La propuesta permitirá el aprendizaje basado en la reflexión, el sentido crítico, la elaboración de hipótesis y la investigación a través de un proceso en el que cada uno asume la responsabilidad de su aprendizaje, aplicando sus conocimientos y habilidades a proyectos reales.

Esta metodología reserva al docente el papel de orientador, promotor y facilitador del desarrollo competencial del alumnado.

Como la propuesta pretende fundamentalmente favorecer el aprendizaje colaborativo, se organizarán grupos de trabajo, con dos o tres personas por grupo. Como paso previo a las actividades de los grupos el profesor realizará una introducción sobre:

- Clasificación de las ciencias.
- El método científico.

- Realización de un trabajo científico y elementos de un artículo científico.
- El funcionamiento del Arenero Educativo.

Tabla I. Trabajos colaborativos propuestos. Fuente: Elaboración propia

Trabajo a desarrollar	Asignatura	Curso
El concepto de pendiente	Matemáticas	1º ESO
Áreas y volúmenes de poliedros	Matemáticas	3º ESO
Montaje de un Arenero Educativo	Cultura Científica	1º Bachillerato
Cónicas	Matemáticas I 1º	Bachillerato
Leyes de Kepler	Física	1º Bachillerato
El Relieve Terrestre. Los mapas topográficos	Biología y Geología	3º ESO

Posteriormente cada grupo elaborará trabajos o pequeñas investigaciones sobre temas relacionados con los contenidos de la asignatura. El objetivo final es la elaboración y defensa de trabajos de investigación que se plasmen en informes científicos tiene como objetivo desarrollar el aprendizaje autónomo de los alumnos. Estos trabajos les permitirán profundizar y ampliar contenidos relacionados con el currículo y mejorar sus destrezas comunicativas.

De acuerdo con todo lo expuesto anteriormente, hacemos una propuesta de trabajos relacionados con diferentes asignaturas y cursos tanto de ESO como de Bachillerato, tal y como se puede ver en la tabla I.

## 6. El MediaLab

El desarrollo del proyecto del arenero educativo no hubiera sido posible sin el *MediaLab* de la Universidad de Salamanca (USAL). Concebido dentro de la corriente de democratización de la tecnocultura (Sangüesa, 2013), *MediaLab* USAL es un espacio destinado a dar cabida a nuevas fórmulas de aprendizaje y a ser un apoyo para la innovación educativa y la experimentación con tecnologías digitales.

*MediaLab* USAL es un espacio en el que confluyen muchos de los principios y movimientos sociales surgidos de la era digital, tales como los laboratorios de producción y participación ciudadana, el movimiento *maker*, la filosofía *open source*, el modelo procomún o la cultura colaborativa. Nació

como parte del proyecto CEI Studii Salamantini con el que la Universidad de Salamanca obtuvo el sello de Campus de Excelencia Internacional en la convocatoria de 2010 del Ministerio de Educación del Gobierno de España. Se configuró como un laboratorio de nuevos medios tecnológicos desde el que fomentar la conexión entre todos los agentes y áreas de la universidad para el desarrollo de iniciativas conjuntas que favorecieran un entorno educativo más innovador. Al mismo tiempo, tenía entre sus objetivos el convertirse en una puerta abierta de la universidad a la sociedad, en una herramienta de integración de la USAL con su entorno. De esta forma, este *MediaLab* de la Universidad de Salamanca, se convirtió en uno de los pocos espacios de sus características (*MediaLab* universitario y abierto a la sociedad), que existen en España, en donde la mayoría de espacios existentes de esta categoría son laboratorios de medios ciudadanos (Villar, 2011).

*MediaLab* USAL trabaja, por tanto, con los nuevos medios digitales, especialmente con herramientas de código abierto, para experimentar con ellas de forma abierta, colaborativa e interdisciplinar con el fin de buscar nuevas conexiones y aplicaciones.

Las nuevas fórmulas de enseñanza y aprendizaje de *MediaLab* USAL se sustentan en cuatro ejes de trabajo entre los que se encuentran la experimentación con tecnologías digitales y la innovación educativa, en cuya intersección y combinación se ha desarrollado el proyecto del arenero educativo. Los otros dos ejes que vertebran el trabajo del *MediaLab* son el fomento de la creatividad y la innovación social, que son menos cercanos al objetivo de este artículo.

### **6.1 Experimentación Digital**

Esta línea de trabajo está orientada a la búsqueda de nuevas posibilidades de expresión y exploración con las tecnologías digitales. Para ello, se organizan talleres de auto-descubrimiento en los que se experimenta de forma práctica con determinadas herramientas tecnológicas digitales como impresoras 3D, lenguajes de programación para visualizar datos, placas electrónicas programables de código abierto (Arduino) o dispositivos de realidad virtual como Oculus Rift o Kinect. A partir de estas actividades prácticas se promueve la formación de grupos de trabajo que integren las tecnologías aprendidas en

ámbitos artísticos, educativos y/o de investigación. Algunas de estas experiencias del MediaLab USAL han sido presentadas en congresos internacionales (Almaraz, Gimeno y Martín, 2016).

Es de destacar que el primer acercamiento a cualquiera de las tecnologías con las que se trabaja se plantea de una manera neutral y general. Es decir, no se trata de encontrar sus aplicaciones educativas o artísticas, por poner dos ejemplos, sino que se busca experimentar con la tecnología y descubrir todas sus potencialidades. Es en una segunda fase de interacción cuando se buscan unas posibilidades concretas; en esta parte MediaLab USAL actúa como facilitador para adaptar la tecnología a la aplicación encontrada. Este proceso ejemplifica muy bien sus diferentes vertientes, ya que si el proyecto a desarrollar es de creación artística MediaLab USAL funciona como un *laboratorio artístico colaborativo* (Collados, 2016), mientras que si, por ejemplo, se trata de una aplicación orientada a mejorar ciertas competencias de un grupo de estudiantes se comportaría como un laboratorio de medios más académico (Grijalba, 2014).

## **6.2 Innovación Educativa**

La innovación en el entorno educativo es uno de los principales objetivos del MediaLab USAL. En el contexto actual, de constante aparición de tecnologías digitales con un fuerte potencial para la transformación de los procesos de enseñanza/aprendizaje, la innovación no puede ser considerada como un evento aislado. Debe ser vista como un continuo, como una parte más de la actividad educativa. En consecuencia, las universidades necesitan espacios permanentes dedicados a facilitar y potenciar proyectos innovadores y esta es la función del MediaLab USAL. Un espacio donde la creatividad pueda surgir para conectar ideas, más allá de los esquemas universitarios tradicionales, demasiado compartimentados.

Las acciones de innovación educativa de MediaLab USAL se materializan en dos sentidos. Por un lado, se realizan actividades en las que se convoca a los miembros de la comunidad universitaria interesados en participar un proyecto de innovación previamente definido y bien

estructurado. En otras ocasiones, MediaLab USAL da soporte a un proyecto académico concreto como un Trabajo de Fin de Máster o una Tesis Doctoral, al que aporta espacio físico, recursos tecnológicos, el *know how* de sus expertos y una metodología basada en la colaboración, la interdisciplinariedad y la creatividad.

El caso al que se refiere este artículo, ejemplifica bien la actividad de MediaLab USAL. Originalmente se realizó un taller exploratorio de las posibilidades de Kinect, el dispositivo de detección del movimiento de la consola de videojuegos XBox. Posteriormente, en el contexto de un Trabajo de Fin de Máster y a petición de los profesores y el estudiante implicados, el MediaLab facilitó y posibilitó el desarrollo del Arenero Educativo, al que se pudieron aplicar los recursos y el conocimiento adquirido sobre Kinect en las experiencias anteriores.

## **7. Conclusiones**

En este artículo hemos descrito el Arenero Educativo, una instalación de la realidad aumentada diseñada para usarse en un entorno educativo. Hemos descrito su implementación técnica y las ventajas que proporciona su novedosa interfaz. Así mismo hemos descrito la importancia de establecer una ruta de implementación que permita su uso en un entorno educativo usando materiales accesibles y software libre. Finalmente hemos descrito la propuesta educativa a desarrollar con el arenero y discutido la importancia del MediaLab para impulsar este tipo de iniciativas.

En el futuro esperamos hacer de este arenero una plataforma sobre la cual añadir nuevas prestaciones a la experiencia educativa.

## **Agradecimientos**

Agradecemos el apoyo del Master en Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, por su apoyo en la construcción de la instalación. De la misma form agradecemos al MediaLab por su ayuda en el desarrollo de éste proyecto.

## **Referencias bibliográficas**

- ALMARAZ, F., GIMENO, M.A., y MARTÍN, M.T. (2016) Emerging digital technologies and new learning spaces. The case of 3d Printing at the media lab of the University of Salamanca, *INTED 2016 Proceedings*, 902-906. doi:10.21125/inted.2016.1205
- ANDUJAR, J. M., y MEJÍAS, A. (2011). Augmented reality for the improvement of remote laboratories: an augmented remote laboratory. *IEEE Transactions* 54(3), 492-500. doi:10.1109/TE.2010.2085047.
- BOWER, M., HOWE, C., MCCREDIE, N., ROBINSON, A., y GROVER, D. (2014). Augmented Reality in education—cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51(1), 1-15.
- COLLADOS-ALCAIDE, A (2016). Laboratorios artísticos colaborativos. Espacios transfronterizos de producción cultural. *Arte, Individuo y Sociedad*. 27 (1), 45-64. doi:10.5209/rev\_ARIS.2015.v27.n1.43648.
- DUNLEAVY, M., y DEDE, C. (2014). Augmented reality teaching and learning. In *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 735-745). Springer: New York.
- DUNLEAVY, M., DEDE, C., y MITCHELL, R. (2008). Affordances and Limitations of Immersive Participatory Augmented Reality Simulations for Teaching and Learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7–22. doi: <http://doi.org/10.1007/s10956-008-9119-1>
- GRIJALBA, N., y TOLEDANO, F. (2014). Nebrija MediaLab: un valor añadido a la docencia y al desarrollo de competencias. *Historia y Comunicación Social*, 19(2), 733-745. doi: 10.5209/rev\_HICS.2014.v19.45061
- HATCH, M. (2013). *The maker movement manifesto: rules for innovation in the new world of crafters, hackers, and tinkerers*. USA: McGraw Hill Professional
- KAMARAINEN, A. M., METCALF, S., GROTZER, T., BROWNE, A., MAZZUCA, D., TUTWILER, M. S., y DEDE, C. (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. *Computers & Education*, 68, 545-556. doi: 10.1016/j.compedu.2013.02.018.
- KLOPFER, E., y SHELDON, J. (2011). Augmenting your own reality: Student

- authoring of science-based augmented reality games. (M. U. Bers, Ed.) *New Directions for Youth Development*, 2010(128), 85–94. doi:10.1002/yd.378.
- KREYLOS, O. (2016). Augmented Reality Sandbox. Recuperado de <http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox>
- LEE, S. H., CHOI, J., y PARK, J. I. (2009). Interactive e-learning system using pattern recognition and augmented reality. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 55(2), 883-890. doi: 10.1016/j.compedu.2013.02.014,
- LEY ORGÁNICA 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE). Boletín Oficial del Estado, martes 10 de diciembre de 2013 (97858-97921). Recuperado de <https://www.boe.es/boe/dias/2013/12/10/pdfs/BOE-A-2013-12886.pdf>
- ORDEN ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. Boletín Oficial del Estado, jueves 29 de enero de 2015 (6986-7003). Recuperado de <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/29/pdfs/BOE-A-2015-738.pdf>
- REAL DECRETO 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado, sábado 3 de enero de 2015 (169-546). Recuperado de <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf>
- RECOMENDACIÓN 2006/962/EC, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006. Diario Oficial de la Unión Europea, 30 de diciembre de 2006 (398/10-18). Recuperado de <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex%3A32006H0962>
- REED, S., KREYLOS, O., HSI, S., KELLOGG, L., SCHLADOW, G., YIKILMAZ, M.B., SEGAL, H., SILVERMAN, J., YALOWITZ, S., y SATO, E. (2014). *Shaping Watersheds Exhibit: An Interactive, Augmented Reality Sandbox for Advancing Earth Science Education*, American Geophysical Union (AGU) Fall Meeting 2014, Abstract no. ED34A-
- SANGÜESA, R. (2013). La tecnocultura y su democratización: ruido, límites y

oportunidades de los Labs. *Revista CTS*, 8, 259-282.

VAN KREVELEN, D. W. F., & POELMAN, R. (2010). A survey of augmented reality technologies, applications and limitations. *International Journal of Virtual Reality*, 9(2), 1

VILLAR, R. (2011). La significación del MediaLab en Iberoamérica. *TRIM: revista de investigación multidisciplinar*, 3, 105-117.

WEBER, S. (2004). *The success of open source* (Vol. 368). Cambridge, MA: Harvard University Press

WU, H. K., LEE, S. W. Y., CHANG, H. Y., y LIANG, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49. doi:10.1016/j.compedu.2012.10.024.

ZHOU, F., DUH, H. B. L., y BILLINGHURST, M. (2008, September). Trends in augmented reality tracking, interaction and display: A review of ten years of ISMAR. In *Proceedings of the 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality* (pp. 193-202). IEEE Computer Society.

### **Cómo citar este artículo:**

Álvarez Sánchez, Sergio, Delgado Martín, Laura, Gimeno González, Miguel Ángel, Martín García, Teresa, Almaraz Menéndez, Fernando y Ruiz Méndez, Camilo (2017). El Arenero Educativo: La Realidad Aumentada un nuevo recurso para la enseñanza. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 6(1), 105-123.