

Diseño de una experiencia interdisciplinaria con Realidad Aumentada

Design of an interdisciplinary experience
with Augmented Reality

Laura Delgado

E.U. de Educación y Turismo de Ávila
laura@usal.es

Teresa Martín

MEDIALAB USAL
teresam@usal.es

Miguel Ángel Gimeno


MEDIALAB USAL
gimeno@usal.es

Fernando E. Almaraz

Facultad de Economía y Empresa
falmaraz@usal.es

Camilo Ruiz

E.U. de Educación y Turismo de Ávila
camilo@usal.es

Innovar 
en las aulas

Resumen

En este artículo, se presenta el proceso de construcción de un arenero que utiliza la realidad aumentada como recurso de aprendizaje para enseñar contenidos de ciencias y matemáticas. Este proyecto de innovación educativa permite interactuar con la tecnología de forma diferente, sin usar pantallas, con manipulación directa comprobando de forma inmediata los supuestos e hipótesis planteados al alumnado. Su naturaleza interdisciplinar y del propio dispositivo, permite desarrollar metodologías de trabajo colaborativo en las que los alumnos gestionan y organizan su propio aprendizaje. Analizamos los problemas tecnológicos para la implementación de esta instalación y describimos cómo las tecnologías de software y hardware abierto, las comunidades colaborativas y la disponibilidad de hardware accesible permiten la construcción de este material. Describimos como esos mismos principios de conocimiento abierto, aprendizaje colaborativo y multidisciplinario son necesarios para construir instrumentos educativos que hagan un uso efectivo de las nuevas tecnologías. Reflexionamos también cómo estos valores y filosofía son implementados en el MEDIALAB de la Universidad de Salamanca para crear una comunidad alrededor de estas innovaciones lo que finalmente le da el valor social a este tipo de iniciativas. El MEDIALAB con su infraestructura, instalaciones y personal se convierte en el punto clave para el desarrollo de un proyecto como este en el que son necesarios participantes de diferentes áreas y disciplinas científicas, encontrando en él, el lugar ideal para intercambiar proyectos y experiencias.

REALIDAD AUMENTADA, INNOVACIÓN, APRENDIZAJE COLABORATIVO, LABORATORIO SOCIAL

Abstract

In this article, it is described the process of building a sandbox that uses augmented reality as a learning resource to teach science and math contents. This educational innovation project allows to interact with the technology in a different way, without using screens, but directly manipulating the sand and immediately checking the assumptions and hypotheses raised to the students. Its interdisciplinary nature and the own device, allows to develop methodologies of collaborative work in which the students manage and organize their own learning. The technological problems for the implementation of this installation and analyzed, and also it is described how open software and hardware technologies, collaborative communities and the availability of accessible hardware allow the construction of this material. It is described, the same principles of open knowledge, collaborative learning and multidisciplinary necessary to construct educational instruments that make effective the use of new technologies. It is also reflected how these values and philosophy are implemented in the MEDIALAB of the University of Salamanca to create a community around these innovations which finally gives the social value to this type of initiatives. MEDIALAB with its infrastructure, facilities and staff, becomes the key point for the development of a project like this in which participants from different areas and scientific disciplines are needed, and can find the suitable place to exchange experiences and projects.

AUGMENTED REALITY, INNOVATION, COLLABORATIVE LEARNING, SOCIAL LABORATORY

El potencial

de uso de las nuevas tecnologías en educación se alimenta cada día con noticias de nuevos dispositivos, tecnologías y métodos, sin embargo, su implantación exitosa es a menudo difícil (Livingstone, 2012) ya que una gran cantidad de elementos deben alinearse correctamente para lograr crear casos de éxito o una implementación significativa dentro del sistema.

En este proyecto analizamos el diseño y construcción de un Arenero Educativo de Realidad Aumentada, abordamos los retos que se plantean desde el punto de vista tecnológico e institucional, así como los elementos que nos ayudan a reducir barreras para la implementación de esta tecnología en las aulas.

Describiremos y analizaremos el valor del trabajo y aprendizaje colaborativo (Díaz et al, 2005) para avanzar el conocimiento científico de los alumnos. Para ello, haremos analogías entre los elementos abiertos y colaborativos de las tecnologías que usamos y las prácticas abiertas, colaborativas e interdisciplinarias que se implementan en el MEDIALAB para llevar a cabo el proyecto, este laboratorio social (Villar, 2011) es esencial para poder llevar a cabo proyectos interdisciplinarios necesarios para avanzar en la promesa de una mejor educación con los nuevos elementos tecnológicos.

Nuestro proyecto hace uso de la Realidad Aumentada (AR, por sus siglas en inglés). Esta tecnología añade a la realidad una o más capas digitales de información (Furht, 2011; Craig, 2013), con la que se genera una experiencia integrada que enriquece al usuario.

El proyecto consiste en un cajón con arena, sobre el que se proyectan en tiempo real las diferentes curvas de nivel del terreno. Estas se modifican cuando el usuario cambia el paisaje permitiendo interactuar con esta capa digital proyectada en la arena, además se puede agregar agua virtualmente

colocando la mano a modo de nube. El agua añadida se comporta de forma natural y se amolda a la orografía del terreno dinámicamente. Las capas digitales responden instantáneamente al cambio que el usuario hace de la orografía modificando la arena, esta interfaz supone una posibilidad de interacción y juego muy diferente a la pantalla que se usa habitualmente en AR, un ejemplo de esto se ve en la figura 1.

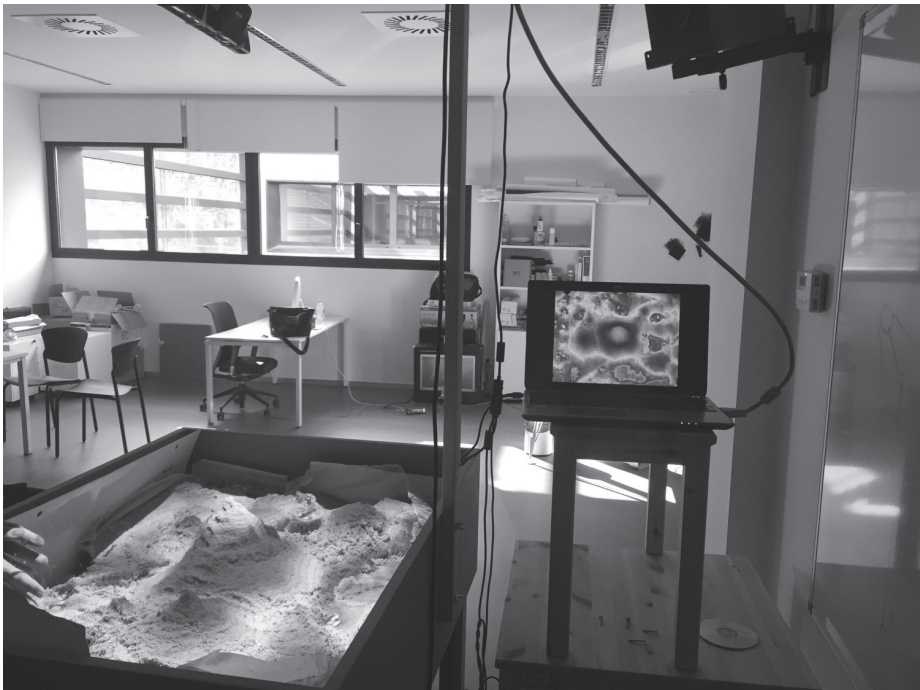


Figura 1. Arenero educativo con el software operativo realizando los cálculos de isosuperficies en tiempo real (Fuente: elaboración propia)

El objetivo de esta instalación es crear una herramienta que ayude a explicar conceptos complejos en clase de ciencias, y que sirva para animar a usar la experimentación como herramienta de aprendizaje. Este tipo de experiencias existen desde hace muchos años, pero hasta ahora eran solo disponibles para ciertas instituciones con una gran capacidad técnica y grandes recursos como los museos de ciencia.

En las universidades, debido a una estructura organizativa excesivamente compartimentada, resulta muy difícil implementar proyectos experimentales, interdisciplinarios y colaborativos. En este ámbito, un espacio como MEDIALAB de la Universidad de Salamanca puede hacer una aportación diferencial a la innovación educativa (Almaraz et al, 2016). MEDIALAB USAL es un espacio abierto dedicado a la experimentación con tecnologías digitales para el descubrimiento de nuevas fórmulas de enseñanza/aprendizaje y el fomento de la innovación social. En su filosofía confluyen muchos de los principios y movimientos sociales de la era digital, tales como los laboratorios de producción y participación ciudadana, el movimiento *maker*, la filosofía *open source* (Athey et al, 2014) el modelo procomún o la cultura colaborativa. Este proyecto es un ejemplo de cómo la combinación adecuada de tendencias sociales, elementos tecnológicos y nuevos espacios educativos da lugar a casos de éxito en innovación docente.

El arenero educativo como artefacto tecnológico

Desde hace menos de una década, tres movimientos se han alineado para hacer posible la implementación de estos nuevos escenarios: el *open software* o *free software*, el movimiento *maker* (Anderson, 2012) y el mercado masivo de dispositivos que ha reducido el precio de la tecnología y hecho a los dispositivos omnipresentes.

Estos tres fenómenos tienen rasgos comunes fundamentales para la realización de este proyecto y impregnan su filosofía al tipo de educación que se puede fomentar con ellos. El software libre y el código abierto surgieron como una necesidad de crear soluciones no propietarias que fueran accesibles y abiertas, este modelo permitió crear comunidades colaborativas que podían construir de forma eficiente código de alta calidad. Además, el código abierto se ha convertido en la mejor plataforma de educación de estas tecnologías, los usuarios aprenden leyendo y modificando el código para mejorar el original en colaboración con la comunidad de desarrolladores.

El arenero educativo AR utiliza un repositorio de software de código abierto (<https://goo.gl/32HIRY>), que permite la modificación del mismo, lo que es esencial en el ámbito educativo donde las necesidades determinan el funcionamiento de la instalación.

El movimiento *maker*, es una extensión natural de la filosofía del código abierto aplicado al hardware, animando al usuario a crear y modificar los objetos a su alrededor usando la tecnología disponible (Tesconi, 2015). Este movimiento crea una comunidad de aprendizaje de usuarios con intereses comunes que comparten código o instrucciones para desarrollar estos proyectos, por medio de foros o tutoriales en internet.

La existencia de esta comunidad de aprendizaje colaborativo es de nuevo útil para reducir otra gran barrera hacia la implementación del arenero, si algún profesor intenta construirlo, sabrá que podrá contar con apoyo para llevar a cabo esa tarea.

El hardware utilizado es accesible: una cámara IR que genera una red de puntos tridimensionales de la superficie de la arena, que se procesa en el ordenador y genera las curvas de nivel, y una cámara Kinetic de la Xbox como sensor, con los drivers en abierto por los fabricantes. Los atributos de precio,

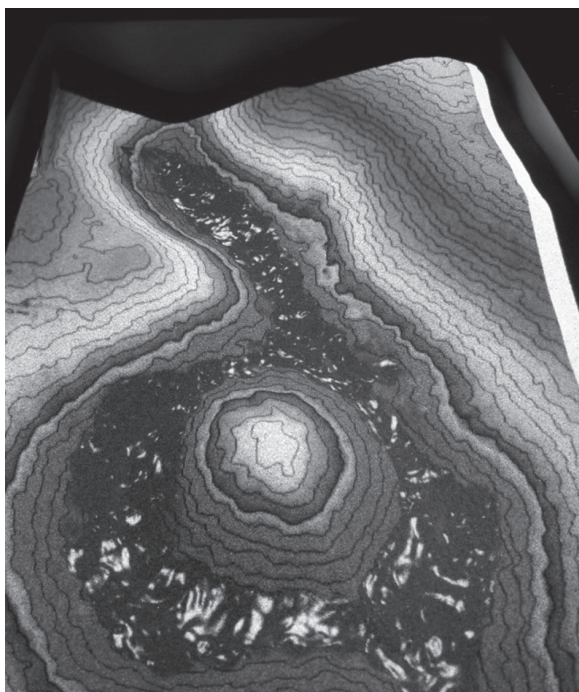


Figura 2. El arenero instalado en el MEDIALAB
(Fuente: Elaboración propia)

disponibilidad y el dispositivo hackeable, hacen a la solución accesible, abierta y modificable, reduciendo de forma considerable barreras hacia la implementación.

Implicaciones educativas y curriculares del arenero

El uso de las nuevas tecnologías en el ámbito educativo, ha dado lugar a situaciones en las que se ha dado más importancia a las mismas, que a los resultados de aprendizaje que se pudieran lograr con ellas. En nuestro proyecto, el uso de la AR, se va a usar con fines puramente educativos, para explicar diferentes contenidos tanto de matemáticas, como de física o geología, y correspondientes tanto a niveles de educación primaria, como secundaria, bachillerato o incluso primeros cursos de Universidad (Álvarez et al, 2016, 2017).

Anteriormente, se ha analizado el uso de la AR en educación, los pros y los contras de su uso han sido analizado en diferentes trabajos, reflexionando sobre la importancia de la AR en educación y los problemas prácticos que genera su aplicación real (Cabero, 2017). También se plantean las repercusiones que de su uso en los desarrollos curriculares, en la explicación de contenidos. Así, se puede ver cómo los estudiantes adquieren una mayor comprensión de contenidos de asignaturas de ciencias, contextualizando, manipulando y resolviendo problemas reales (Cabero et al, 2016).

Además, la interdisciplinariedad surge de forma natural, en educación esto supone un cambio respecto a la enseñanza tradicional, fragmentada, en el que las diferentes disciplinas se tratan como compartimentos aislados y estáticos, sin sinergias entre ellos. La interdisciplinariedad, tal y como indica Lenoir (2013), trata del establecimiento de conexiones entre varias disciplinas escolares, tanto a nivel curricular, como didáctico y pedagógico. Con ellas, se establecen vínculos de complementariedad y cooperación tanto en sus objetos de estudio, conceptos, procedimientos de aprendizaje, habilidades técnicas, etc., para promover la integración tanto de procesos de aprendizaje como de los saberes en el alumno.

Partiendo de esta idea, nuestro proyecto comienza con la propia construcción del arenero, en el que intervienen conocimientos de tecnología,

programación e informática. Una vez realizado, el uso del mismo y sus implicaciones permiten explicar conceptos de matemáticas, física o geología.

El potencial educativo de la AR como recurso de aprendizaje, es que con ella los estudiantes pueden visualizar el mundo de forma diferente e interactuar con él, con tecnologías con las que cada vez están más acostumbrados (Klopper et al, 2010).

Según Dunleavy et al. (2009), la AR puede proporcionar una mejora en el aprendizaje basándose en dos marcos teóricos independientes: la teoría del aprendizaje situado (*situated learning theory*), en la que el aprendizaje se lleva a cabo dentro de un contexto específico y la calidad del aprendizaje es el resultado de las interacciones entre las personas, lugares, objetos, los procesos y la cultura con relación a ese contexto dado (Brown et al, 1989) y la teoría constructivista del aprendizaje, en la que las personas construyen nuevos conocimientos sobre lo que ya saben y creen, lo que está fuertemente condicionado por su nivel de desarrollo, sus experiencias previas, sus antecedentes socioculturales y su contexto de trabajo.

La AR en este proyecto se convierte en un recurso de enseñanza que permite el aprendizaje del alumno de acuerdo con las dos teorías presentadas, pero además, facilita los procesos de aprendizaje participativo, la observación activa y el trabajo colaborativo (Maquilón et al, 2016).

Nuestra instalación, permite trabajar grupos de alumnos a la vez, experimentando directamente con sus manos, modificando la arena, viendo los resultados obtenidos y, como el software ofrece un cambio de las líneas de contorno en tiempo real, como la evolución es continua, los estudiantes pueden corroborar sus hipótesis y plantear otras nuevas. Pudimos comprobar el potencial educativo en situaciones reales con un grupo de estudiantes de educación primaria, y con un grupo de estudiantes y profesores de la Universidad de Salamanca (<https://goo.gl/bIWX5V>).

El arenero educativo como plataforma social de innovación educativa

Cuando planteamos esta idea, nos dimos cuenta de que una solución adecuada requería expertos en diferentes campos: software, hardware, nuevas tecnologías como la AR y educación. Debíamos encontrar una plataforma física

que nos permitiera diseñar y construir nuestro dispositivo, y permitiera construir la plataforma social y una comunidad alrededor del arenero. La solución al problema la encontramos en el MEDIALAB USAL, su espacio físico, sus recursos y la costumbre de albergar proyectos multidisciplinares lo convirtieron en el eje vertebrador de este proyecto.

El principal interés de la aportación de MEDIALAB al proyecto, es la fuerte analogía entre los elementos que hacen posible la construcción del arenero como artefacto tecnológico y los fundamentos de MEDIALAB como espacio de innovación, así MEDIALAB es una implementación social de los mismos principios que hacen viable a la solución técnica.

Conclusiones

La ruta para la implementación de las nuevas tecnologías en la enseñanza de las ciencias en el mundo real requiere de un análisis detallado de las barreras que existen hacia la implementación. Desde el punto de vista técnico, existen una serie de atributos que permiten a las tecnologías alinearse e integrarse para reducir las barreras técnicas para su diseño, construcción e implementación, estos son *open access*, comunidad de desarrollo y educativa y accesibilidad.

El análisis de los elementos que conforman una solución viable desde el punto de vista técnico son las mismas que los elementos necesarios para reducir las barreras para su adaptación de esta tecnología en su aspecto social y educativo.

La versión social de estos mismos atributos, son los que hacen que el MEDIALAB pueda llevar a cabo este tipo de procesos dentro de la universidad al alinear diferentes expertos en un proyecto multidisciplinario. La naturaleza del espacio físico, de recursos de software, hardware e institucionales generan la plataforma necesaria para llevarla a cabo.

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento al Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas de la Universidad de Salamanca por su financiación en la construcción de la instalación. También, queremos agradecer al MEDIALAB por su apoyo técnico, personal y de infraestructuras.

Bibliografía

- Almaraz, F., Gimeno, M.A. & Martín-García, M.T. (2016) Emerging digital technologies and new learning spaces. The case of 3D printing at the media lab of the University of Salamanca (2016). *INTED 2016 Proceedings* (902-906). Valencia (Spain). doi: 10.21125/inted.2016.1205 .
- Álvarez, S., Delgado, L., Gimeno, M.A., Martín-García, T., Almaraz, F. & Ruiz, C. (2016). Augmented reality sandbox: a platform for educative experiences. *TEEM'16. Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, (599-602). Salamanca (Spain): ACM New York, NY, USA. Doi: 10.1145/3012430.3012580.
- Álvarez, S., Delgado, L., Gimeno, M.A., Martín-García, T., Almaraz, F. & Ruiz, C. (2017). El Arenero Educativo: La Realidad Aumentada un nuevo recurso para la enseñanza. *Edmetic Revista de Educación Mediática y TIC*, 6 (1), 105-123.
- Anderson, C. (2012). *Makers: The new industrial revolution*. Danvers (USA): Crown Business.
- Athey, S., Ellison, G. (2014). Dynamics of open source movements. *Journal of Economics & Management Strategy*, 2, 294-316.
- Brown, J. S., Collins, A., and Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18, 32-42.
- Cabero J. & Barroso, J. (2016) Posibilidades educativas de la Realidad Aumentada. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 5 (1), 44-52. Doi:10.7821/naer.2016.1.140.
- Cabero J. (2017). Aplicaciones de la realidad aumentada en educación. *Edmetic Revista de Educación Mediática y TIC*, 6 (1), 4-8.
- Craig, A. B (2013). *Understanding augmented reality: Concepts and applications*. Waltham (USA): Morgan Kaufmann.
- Díaz, L., González, G. (2005). Aprendizaje colaborativo: una experiencia desde las aulas universitarias. *Educación y Educadores*, 8 (21-44).
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7-22.
- Furht, B. (2011). *Handbook of augmented reality*. Springer Science & Business Media. Florida (USA): Borko Furht.
- Klopfer, E. & Sheldon, J. (2010). Augmenting your own reality: Student authoring of science-based augmented reality games. *New Directions for Youth Development*, 2010(128), 85-94. Doi: <https://doi.org/10.1002/yd.378>.
- Lenoir, Y. (2013). Interdisciplinariedad en educación: una síntesis de sus especificidades y actualización. *INTERdisciplina*, 4(8), 51-86.

- Livingstone, S. (2012). Critical reflections on the benefits of ICT in education. *Oxford review of education* 38 (1), 9-24.
- Maquilón, J.J., Mirete, A.B. (2016) La Realidad Aumentada como herramienta mediadora de los ambientes virtuales de aprendizaje. *EDUNOVATIC 2016 - I Congreso Virtual internacional de Educación, Innovación y TIC*. (605-610). Madrid.
- Tesconi, S (2015). Crear artefactos para generar conocimiento compartido el modelo de aprendizaje del movimiento "maker" como herramienta de formación del profesorado. *Comunicación y pedagogía: Nuevas tecnologías y recursos didácticos*, 283-284: 40-47.
- Zhou, F., Duh, H.B,K, & Billinghamurst, M. (2008) Trends in augmented reality tracking, interaction and display: A review of ten years of ISMAR. *Proceedings of the 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*. IEEE Computer Society, 193-202.
- Villar, R. (2011). La significación del Medialab en Iberoamérica. *TRIM: revista de investigación multidisciplinar*. 3, 105-117.