

## **Sistema de Catalogo Virtual Aumentado Integración de Framework Especializado aplicado a material didáctico**

Martín Ezequiel Becerra, Diego Rubén Sanz, Santiago Igarza, Nahuel Adiel Mangiarua, Sebastián Ariel Bevacqua, Nicolás Nazareno Verdicchio, Fernando Martín Ortiz, Nicolás Daniel Duarte, Matías Ezequiel Sena, Jorge Ierache.

Grupo de Realidad Aumentada Aplicada  
Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas  
Universidad Nacional de La Matanza  
Florencio Varela 1903, B1754JEC,  
San Justo, Buenos Aires, Argentina  
011 4480-8900

[jierache@ing.unlam.edu.ar](mailto:jierache@ing.unlam.edu.ar)  
[realidadaugmentada.unlam@gmail.com](mailto:realidadaugmentada.unlam@gmail.com)

### **Resumen**

Bajo el término de Realidad Aumentada se agrupan aquellas tecnologías que permiten superponer contenido virtual sensible al contexto o entorno, a imágenes del mundo físico en tiempo real. Este trabajo es la continuación del desarrollo del Sistema de Catálogo Virtual Aumentado (SCVA) [1], [2], [3], presentando la integración de este con un Framework especializado que actúa como plataforma para la explotación en un dominio en particular, en este caso su aplicación en la explotación de material didáctico

**Palabras clave:** Realidad Aumentada (RA), Sistema de Catalogo de RA, dispositivos móviles aplicados en RA, aplicación de RA en la educación, aumentación de material didáctico, Framework de RA.

### **Introducción**

La Realidad Aumentada (RA) genera un entorno en el que la información y los objetos virtuales se fusionan con los objetos reales, ofreciendo una experiencia tal para el usuario, que puede llegar a pensar que forma parte de su realidad cotidiana.

La RA agrega información digital a un ambiente real, este concepto a veces suele confundirse con el de Realidad Virtual (RV), la cual implica la inmersión del participante en un mundo totalmente virtual; en cambio la RA implica mantenerse en el mundo real con agregados virtuales.

Para Ronald Azuma [4], [5], un sistema de RA es aquél que cumple con tres condiciones de base: (1) Combina la realidad y lo virtual. Al mundo real se le agregan objetos sintéticos que pueden ser visuales como texto u objetos 3D (wireframe o fotorrealistas), auditivos, sensibles al tacto y /o al olfato, (2) Es interactivo en tiempo real. El usuario ve una escena real con objetos sintéticos agregados, que le que ayudarán a interactuar con su contexto, (3) Las imágenes son registradas en espacios 3D. La información virtual tiene que estar vinculada espacialmente al mundo real de manera coherente. Se necesita saber en todo momento la posición del usuario respecto al mundo real y de esta manera puede lograrse el registro de la mezcla entre información real y sintética. En síntesis un sistema de RA tiene tres requerimientos según Ronald Azuma: combina la realidad con información sintética, los objetos virtuales están registrados en el mundo real, es interactivo en tiempo real.

En la actualidad, los avances tecnológicos permiten que la experiencia de Realidad Aumentada (RA) sea posible ya no sólo en computadoras personales, sino que también en equipos móviles de alta performance, como son los Smartphones. Éstos proporcionan mayor potencialidad debido a su portabilidad, su dentro de todo accesible costo, hoy en día la mayoría de las personas cuentan con uno y la variada gama de sensores que los componen, como GPS, acelerómetro, brújula, entre otros, dándoles un valor muy significativo para su explotación. Frente a estas ventajas, diversos grupos internacionales del ámbito público y privado han incursionado en el tema estos últimos años, dando como resultado el desarrollo de kits de herramientas para reconocimiento de imágenes ARToolKit [6], visualización y renderizado de modelos 3D Metaio [7], o geolocalización Layar [8].

## Estado del Arte

### Herramientas prediseñadas de Realidad aumentada en ámbitos educativos.

En esta subsección, se citaran productos prediseñados que no permiten compartir contenidos colaborativa y dinámicamente. En este tipo de soluciones, los contenidos y los marcadores son desarrollados por los creadores de las herramientas para que los usuarios los consuman en sus actividades, sin poder modificarlos y compartirlos en tiempo real. Ejemplos de materiales didácticos podemos encontrar poster, libros, mapas y láminas.

En área de medicina, podemos citar a Anatomy4D [9] creada por DAQRI, donde se presenta un producto software que despliega modelos en 3D con información asociada sobre láminas de partes del cuerpo humano diseñadas para este propósito como puede observarse en la figura 1. Esta aplicación divide la información asociada en capas para facilitar la visión de las mismas.

En [10] se presenta una aplicación llamada ScienceAR que anima un poster previamente creado por el desarrollador. Esta aplicación despliega animaciones y modelos en 3D de las figuras impresas sobre el poster. El desarrollador ofrece la opción de encargar la creación de los poster y contenidos virtuales.

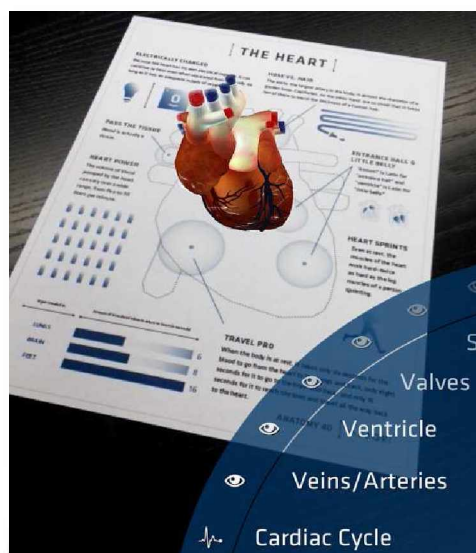


Figura 1 Modelo 3D del Corazón posicionado en la lámina con realidad aumentada.

En cuanto a herramientas para facilitar la enseñanza, en T. Yamaguchi y H. Yoshikawa [11] proponen un sistema de realidad aumentada para enseñar a alumnos a crear sistemas ópticos holográficos sin la necesidad de disponer de los costosos componentes que se requieren para realizarlo. El objetivo de este sistema es simular la construcción y el funcionamiento del sistema óptico holográfico mediante la manipulación directa de marcadores impresos en papel. En cada marcador se despliegan un objeto 3D, que representa un componente real del sistema como puede observarse en la figura 2. Los usuarios necesitan una PC, una cámara web y los marcadores impresos en papel.

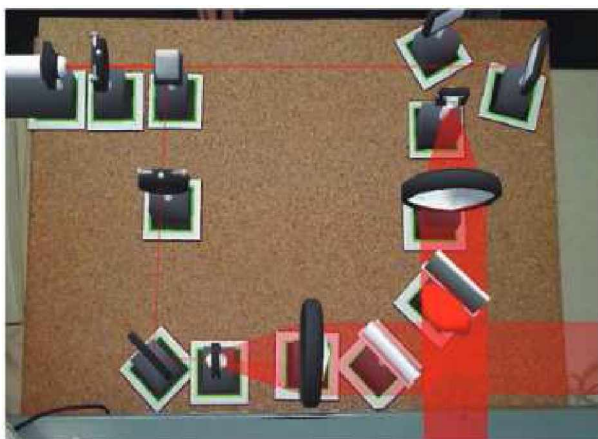


Figura 2 Sistema óptico holográfico simulado con realidad aumentada

### Herramientas colaborativas dinámicas de Realidad aumentada en ámbitos educativos.

En cuanto a herramientas colaborativas dinámicas, podemos citar Construct3D [12]. Es una aplicación basada en el sistema colaborativo creado por Studierstube, que permite que varios usuarios interactúen en tiempo real con formas geométricas creando un nuevo diseño de una forma colaborativa.

Los usuarios utilizan un HMD (Helmet Mounted Display) que permite superponer las imágenes geométricas generadas por ordenador sobre el entorno real, además de permitir la comunicación entre varios usuarios.

Cada uno de los usuarios cuenta con una tabla virtual con figuras geométricas básicas que se eligen mediante un lápiz virtual como se observa en la figura 3 y se colocan en el espacio pudiendo ser modificadas a través de unos puntos superpuestos a la figura como se observa en la figura 4. Permite un aprendizaje fácil y sencillo de materias relacionadas con matemáticas y geometría, adaptándose a las necesidades de los estudiantes.

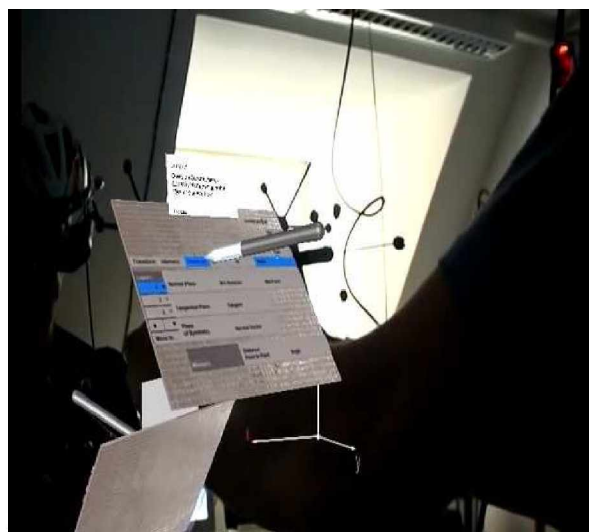


Figura 3 Selección de figura con el lápiz y una tabla virtual



Figura 4 Posicionamiento de figura geométrica en el espacio.

### Sistema de Catálogos Virtuales Aumentados (SCVA)

El grupo de Realidad Aumentada aplicada de UNLaM desarrolló una plataforma llamada Sistema de Catálogos Virtuales Aumentados (SCVA), [1], con el objetivo de permitirles a usuarios sin mayores conocimientos de las herramientas de realidad aumentada compartir contenidos virtuales, para enriquecer objetos del entorno real en el marco de la web social 2.0. Esta herramienta está compuesta por dos aplicaciones. Una permite al creador de contenidos, crear, gestionar, publicar y explotar catálogos virtuales aumentados.

Un Catálogo Virtual Aumentado consiste en un grupo de marcadores agrupados a consideración del usuario creador, que vinculan un objeto físico con cierta cantidad de contenidos virtuales que él mismo ha cargado para caracterizar por ejemplo al objeto físico real, especificado de acuerdo a sus necesidades, gustos y criterios, con la posibilidad de compartirlos entre un grupo de usuarios o difundirlo públicamente, logrando así una aumentación social emergente de la realidad. Los contenidos virtuales que se asocian a los marcadores son texto, audio, imágenes, modelos 3D.

En la figura 5 se puede apreciar un diagrama conceptual de la composición de la aplicación del creador de contenidos. La misma dispone de una aplicación web que proporciona editores para crear, gestionar y publicar catálogos con marcadores y contenidos. La aplicación web obtiene los datos de una Interface de Programación de Aplicaciones web “REST” (Representational State Transfer Application Programming Interface API), la cual conforma el backend del sistema, proveyendo servicios de creación, edición y almacenamiento de Catálogos Virtuales Aumentados a través del protocolo HTTP conformando el corazón del sistema. Esta API permite la reutilización de los catálogos por parte de cualquier aplicativo que implemente la interface adecuada. La misma provee funcionalidades de ABM (Alta, Baja o eliminación y Modificación) para todos los elementos de un Catálogo Virtual Aumentado, implementando serialización y compresión de los datos a transferir entre los diferentes módulos.

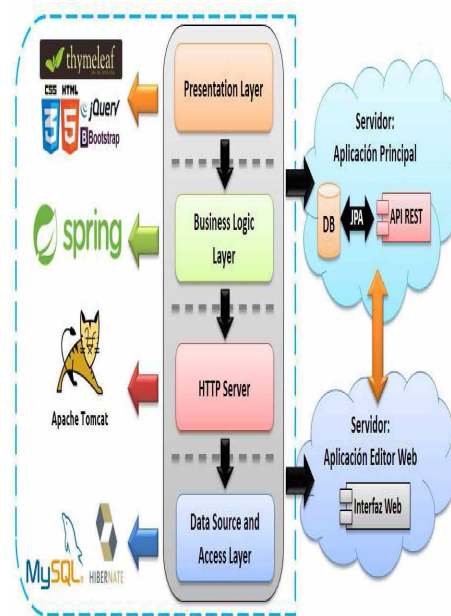


Figura 5 Diagrama conceptual de aplicación para usuarios creadores de contenidos

Por otro lado la herramienta dispone de una aplicación móvil desarrollada para sistemas operativo Android, que utiliza la cámara integrada y la capacidad de procesamiento que dispone para descargar y visualizar los contenidos generados por el usuario creador de contenidos.

En la figura 6, se presenta el diagrama conceptual que ilustra los componentes del visor móvil. Dispone de un core que coordina el reconocimiento del catálogo a descargar, su descarga y la activación del sistema de reconocimiento de marcadores y posicionamiento de contenidos sobre los mismos.



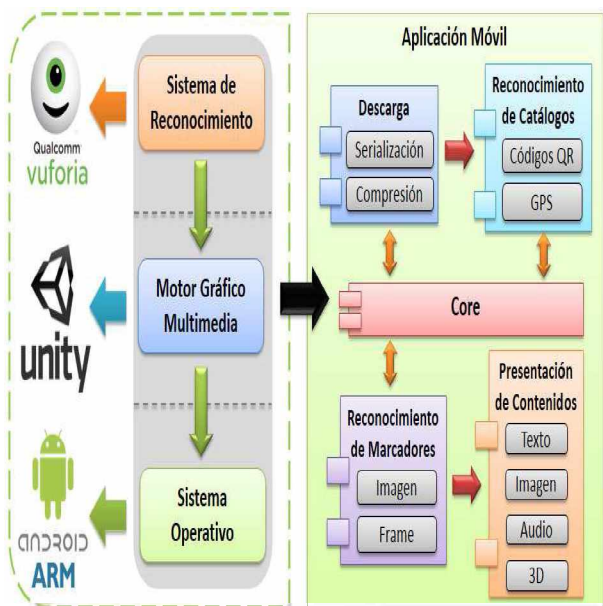


Figura 6 Diagrama conceptual de los componentes del visor móvil

### Herramienta de Realidad Aumentada

En esta sección describiremos el módulo de aumentación a través de un Framework especializado, en este caso con aplicación en material didáctico para incorporarlo al Sistema de Catálogos Virtuales Aumentados (SCVA).

Este nuevo módulo tiene como objetivo ampliar el alcance del SCVA [1], [2], [3], apuntando a la inclusión de distintos niveles del sistema educativo nacional, para mejorar el aprendizaje de los niños/alumnos/estudiantes a través de la interacción de contenidos virtuales sobre diferentes soportes físicos que se utiliza en ámbitos educativos, utilizando la tecnología de Realidad Aumentada brindada por nuestro SCVA como medio para lograr tal fin.

### Framework de material didáctico

La integración de un nuevo módulo al SCVA, se desarrolla a través de un framework, especializado, una plataforma sobre la cual se puede crear una aplicación que agregue una funcionalidad al visor de contenidos virtuales aumentados en diferentes soportes físicos, en

este caso para la enseñanza en diversos niveles educativos y temáticos.

El Framework brinda al docente la posibilidad de agrupar un conjunto de marcadores, propios de las representaciones del material didáctico sobre el cual el creador desea enseñar, asignándoles diversos contenidos virtuales que se desplegaran en el momento de reconocer los marcadores con el agregado de una mecánica predefinida para facilitar la asimilación de conceptos educativos. En la figura 7 se observa el diagrama conceptual que integra el SCVA, su sistema de visor y el módulo adicional (Framework específico o especializado de material didáctico) a través del Framework Extensión de funcionalidades.

El rol del Framework especializado en Material Didáctico es brindar la lógica de la mecánica de aprendizaje a los marcadores del catálogo generado por el creador de contenidos en SCVA. El rol del Framework extensión de funcionalidades es brindar la capacidad de extender las funcionalidades del visor de SCVA. En este caso permite extender con funcionalidades específicas para la educación brindadas por primero. El visor SCVA es encargado de comunicarse con SCVA para obtener el catálogo, marcadores y contenidos; y posicionar los contenidos virtuales sobre los marcadores.

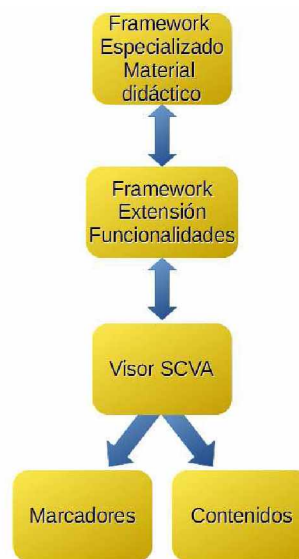


Figura 7 Diagrama conceptual Integración Módulo adicional de SCVA

En la figura 6 se puede observar en el diagrama de secuencias, que indica que el framework especializado comunica una operación de la mecánica para que el framework extensión de funcionalidades lo traduzca en operaciones genéricas para efectuar las acciones en los contenidos de los marcadores que visualiza el usuario. Previamente, el visor descargó el catálogo con marcadores y contenidos publicados en el SCVA.

Para ejemplificar, podemos mencionar algunos casos donde el módulo de funcionalidad específica (Framework específico de material didáctico) actúa sobre la base del SCVA, con la lógica necesaria permite a los alumnos ver información sobre un mapa [3] como se observa en la figura 9, asociando textos, gráficos y videos que permiten la aumentación del material didáctico (mapa). En este contexto el docente genera un catálogo a través de SCVA, en el cual agregará marcadores con figuras representativas de objetos, relacionados con la temática de aprendizaje.



Figura 9 Información sobre regiones de argentina sobre un material didáctico mapa.

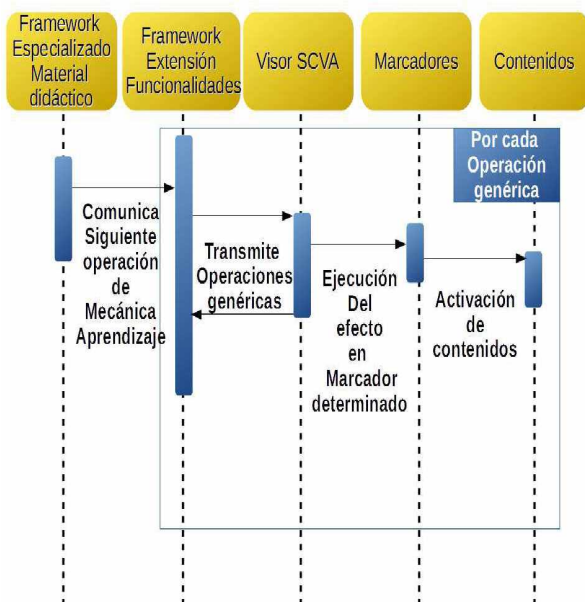


Figura 8 Diagrama de secuencia en la ejecución del Framework especializado del SCVA

Una vez creados los marcadores y contenidos, el módulo propuesto estará listo para tomar del SCVA, el catálogo creado e iniciar la aplicación. La mecánica de la aplicación propuesta es la siguiente, se mostrará en pantalla del dispositivo móvil, el objeto material didáctico para que el alumno lo visualice y busque, apuntando con la cámara del dispositivo, hacia el marcador físico correcto de forma de poder observar e interactuar con el contenido aumentado activando sonido, videos, texto.

De esta manera logramos adaptar una actividad o ejercicio cotidiano para alumnos hacia una aplicación interactiva de Realidad Aumentada con características de juego, sencillo de utilizar y principalmente con mayor impacto a la hora de asentar conocimientos debido a las representaciones audiovisuales de los contenidos.

## Futuras líneas de trabajo

Las líneas de trabajo futuro se centran en alcanzar mayores capacidades en los Framework específicos en términos de juegos didáctico, como lo es el Jugar 2.0 [13]. Realizar pruebas con smart glasses [14], para Explotar el Framework asociado al sistema de catalogo virtuales aumentados.

## Referencias

- [1] J. Ierache, N. A. Mangiarua, S. A. Bevacqua, N. N. Verdicchio, M. E. Becerra, D. R. Sanz, M. E. Sena, F. M. Ortiz, N. D. Duarte, S. Igarza. "Development of a Catalogs System for Augmented". World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Computer, Control, Quantum and Information Engineering. (2015) pp 1-7. Vol: 9, No: 1. Vigente Abril 2015 en: <http://waset.org/publications/10000077/development-of-a-catalogs-system-for-augmented-reality-applications>
- [2] J. Ierache, N. Mangiarua, S. A. Bevacqua, M. Becerra, N. Verdicchio, M. Sena, N. Duarte, D. Sanz, F. Ortiz, S. Igarza, "Sistema de catálogo para la asistencia a la creación, publicación, gestión y explotación de contenidos multimedia y aplicaciones de realidad aumentada" in XX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, 1st ed., pp. 918-927, Octubre 2014.
- [3] J. Ierache, N. Mangiarua, S. A. Bevacqua, M. Becerra, N. Verdicchio, E. de la Llave, N. Duarte, D. Sanz, F. Ortiz, S. Igarza, "Herramienta de Realidad Aumentada para la explotación de material didáctico tradicional" in TE&ET 2014: IX Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, 1st ed., pp. 250-254, Junio 2014.
- [4] Cristina Manresa Yee, María José Abásolo, Ramón Más Sansó, Marcelo Vénere. Realidad virtual y realidad Aumentada. Interfaces Avanzadas. (2011) pp. 16-18, La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- [5] Azuma, Ronald. (1997). A Survey of Augmented Reality. In Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 6,4 August 1997, 355-385.
- [6] ARToolkit, vigente Abril 2015 en: <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>
- [7] Metaio, vigente Abril 2015 en: <http://www.es.metaio.com/>
- [8] Layar, vigente Abril 2015 en: <https://www.layar.com/>
- [9] Anatomy4D, vigente Abril 2015 en: <http://daqri.com/project/anatomy-4d/>
- [10] Science AR, vigente Abril 2015 en: <https://itunes.apple.com/au/app/science-ar/id587192926?mt=8>
- [11] H. Kaufmann. "Construct3D: An Augmented Reality Application for Mathematics and Geometry Education". "Proceedings of the ACM Multimedia Conference 2002", ACM Press, 2002.
- [12] T. Yamaguchi y H. Yoshikawa. "New education system for construction of optical holography setup" - Tangible learning with Augmented Reality -. Vigente Abril 2015 en: [https://iopscience.iop.org/1742-6596/415/1/012064/pdf/1742-6596\\_415\\_1\\_012064.pdf](https://iopscience.iop.org/1742-6596/415/1/012064/pdf/1742-6596_415_1_012064.pdf)
- [13] Jorge Ierache, Santiago Igarza, Nahuel A. Mangiarua, Martín E. Becerra, Sebastián A. Bevacqua, Nicolás N. Verdicchio, Fernando M. Ortiz, Diego R. Sanz, Nicolás D. Duarte, Matías Sena. 2014. Herramienta de Realidad Aumentada para facilitar la enseñanza en contextos educativos mediante el uso de las TICs. Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software, 1(1): 1-3, ISSN 2314-2642
- [14] Smart Glasses <http://www.epson.eu/ix/en/viewcon/corporates/ite/cms/index/10745>