



Universidad Nacional de La Matanza
Departamento de Ingeniería e
Investigaciones Tecnológicas

Informe Final

Título del Proyecto: Realidad Aumentada
(RA) en el contexto de usuarios finales
Geoposicionados

Programa: PROINCE

Código del Proyecto: C-168

Director: Jorge Salvador Ierache

Codirector: Igarza, Aldo Santiago

Carátula

Universidad Nacional de La Matanza

Unidad Académica donde se encuentra acreditado: Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas UNLaM

Código: C-168

Título del Proyecto: Realidad Aumentada (RA) en el contexto de usuarios finales Geoposicionados

Programa de Investigación: PROINCE

Director del Proyecto: Ierache, Jorge Salvador

Integrantes del Proyecto: Igarza Aldo Santiago; Mangiarua Nahuel Adiel; Bevacqua, Sebastián Ariel; Verdicchio Nicolás Nazareno; Duarte Nicolás Daniel; Ortiz Fernando Martín Becerra, Martín Sena, Matías Ezequiel, De la Llave Esteban*¹, Cristian Montalvo*², Facundo Petrolo*², Jonathan Barth*²

*¹ Alumno que pidió su desafectación durante el inicio de la segunda mitad del año 2014 por razones personales relativas a su actividad laboral

*² Alumnos incorporados durante el inicio del año 2015

Fecha de inicio: 2014/01/01

Fecha de finalización: 2015/12/31

Resumen: La Realidad Aumentada es una tecnología que comprende la superposición de contenido virtual sensible al contexto o entorno, sobre imágenes del mundo físico en tiempo real. Este trabajo de investigación se centra en el desarrollo de un Framework que facilita la creación, publicación, gestión y explotación de contenidos multimedia aumentados y aplicaciones de Realidad Aumentada, creando un espacio propio para aportar información a objetos reales de distintos dominios con el fin de luego editarlo y compartirlo de manera online. Su explotación se enfoca en el contexto de la Web 2.0 o Web Social, con sus distintas aplicaciones, elaborando contenidos que enriquezcan el contexto real en el que actúan los seres humanos permitiendo la evolución de contenidos del catálogo.

Palabras Claves: computación gráfica, realidad aumentada, sistemas de catálogos, aumentación para dispositivos móviles, aplicaciones de realidad aumentada

Área de conocimiento: 1800

Código de Área de Conocimiento: 1899

Disciplina: Otras - Tecnologías de la Información y Comunicación

Código Disciplina de conocimiento: 1899

Campo de Aplicación: Otras - Tecnologías de la Información y Comunicación

Código de Campo de Aplicación: 1899

Otras dependencias de la UNLaM que intervinieron en el Proyecto: no se formulan

Otras instituciones intervinientes en el Proyecto: no se formulan
Otros proyectos con los que se relaciona: no se formulan

Resumen: El proyecto orientó sus objetivos al desarrollo de un Framework para aplicaciones de Realidad Aumentada (RA), generando como resultado el prototipo inicial de una herramienta que facilita la administración de contenidos y explotación de catálogos. En este orden, se desarrolló la infraestructura necesaria con la adquisición de equipamiento (servidor, tablets, routers, ups). La herramienta desarrollada facilitó la aumentación de la realidad de usuarios de distintos dominios tales como educación, arte y salud, a través de la generación de instancias experimentales y el desarrollo de demostradores tecnológicos de sus dominios específicos. Los resultados durante el ciclo del proyecto fueron publicados en distintos congresos a nivel nacional e internacional ambos con referato. Sus integrantes participaron en distintos eventos de difusión científica tecnológica. El proyecto abordó un campo de las tecnologías de información novedoso y sumamente prometedor en términos del próximo salto tecnológico, relacionado con la aumentación de la realidad de los usuarios. Principalmente permitió el desarrollo de un prototipo inicial y demostradores tecnológicos, la formación de alumnos y becarios en el marco de la investigación aplicada en la materia.

Palabras claves: Computación Gráfica, Realidad Aumentada, Sistemas de Catálogos Aumentados, Framework Realidad Aumentada

Realidad Aumentada (RA) en el contexto de usuarios finales Geoposicionados

1 Introducción

La Realidad Aumentada (RA) consiste en la creación de un entorno en el que la información y los objetos virtuales se fusionan con la realidad, ofreciendo al usuario una experiencia enriquecida sin interferir con su percepción natural. La RA puede ser usada para expandir nuestros sentidos, define una visión directa o indirecta de un entorno físico del mundo real, cuyos elementos se combinan con elementos virtuales, como pueden ser textos, imágenes, audio o videos para la creación de una realidad mixta en tiempo real [1]. Con la ayuda de la tecnología, la información sobre la realidad alrededor del usuario se convierte en interactiva y digital, pudiendo ser almacenada y recuperada como una capa de información por sobre la visión normal. La RA no siempre añade elementos al mundo real, sino que también puede ser usada para quitar información al mismo, quitando un objeto físico de la vista que es reemplazado por cierta información [2].

Una aplicación de RA, en la mayoría de los casos, está conformada mínimamente por un conjunto de cuatro elementos básicos que necesitan estar vinculados de cierta manera para que la aplicación logre su cometido. Los elementos en cuestión son: a) Un elemento que capture las imágenes de la realidad que están visualizando los usuarios, como por ejemplo, las cámaras presentes en las computadoras y en los dispositivos móviles, b) Un elemento sobre el qué proyectar la integración de las imágenes reales con los contenidos virtuales. Se suelen utilizar las pantallas presentes en los dispositivos móviles y computadoras, c) Un elemento de procesamiento cuyo objetivo es el de interpretar la información del mundo real en la cual el usuario está inmerso, generar informaciones virtuales que cada servicio concreto necesite e integrarse de forma adecuada en el entorno, d) Un elemento que actúe como desencadenador de Realidad Aumentada. Se utilizan distintos tipos de elementos, tales como elementos de localización (a través del uso de GPS), así como etiquetas o marcadores con un detalle y contraste determinado, los cuales pueden ser gráficos simples o bien imágenes con cierta complejidad en cuanto a su composición.

2 Estado del arte

Los avances tecnológicos han permitido que la experiencia de Realidad Aumentada sea posible ya no sólo en computadoras personales sino en equipos móviles de alta performance, los smartphones. Siendo éstos últimos los que revisten mayor potencialidad debido a su movilidad y difusión, internacionalmente existen en la actualidad diversos grupos del ámbito público y privado que han incursionado en el tema, dando como resultado el desarrollo de kits de herramientas para reconocimiento de imágenes, ARToolKit [3], visualización y renderizado de modelos 3D, metaio [4], o geolocalización, Layar [5]. Distintos dominios se destacan en el empleo de RA: a) En turismo cultural, una aplicación [6] realiza la integración de RA con geoposicionamiento, localizando al usuario y agregando información urbana a su visión común. Una de las aplicaciones más conocidas en esta área es Wikitude [7], desarrollada por Mobilizy, que proporciona características similares. Una variante avanzada de Wikitude es Layar [8], desarrollada por SPRXmobile. Éste está conectado

a una plataforma que consiste en un servidor abierto que contiene información obtenida en los buscadores Web convencionales como Wikipedia [9], Twitter [10], incluyendo guías de viajes, cultura y naturaleza. b) En educación, su empleo en métodos de aprendizajes del ámbito educativo, permite que a través de los elementos virtuales interactivos se aumente el dinamismo de la relación maestro y alumno. Los jóvenes toman un papel más activo en el proceso de adquisición de conocimientos como se ve en la aplicación, Magic Book [11], desarrollado por el Human Interface Technology Laboratory de la Universidad de Washington. Ésta consiste en un libro real, con marcas impresas en sus páginas, que ofrece contenido aumentado mediante el uso de un dispositivo móvil conectado a una computadora. Otra aplicación para destacar, es Partitura Virtual [12] desarrollada para la educación musical. Consiste en crear una melodía a partir de la generación de una partitura virtual, utilizando varias marcas diferenciadas por su tamaño que representan un pentagrama y las notas musicales que se colocan sobre el mismo, con una marca que representa la acción de reproducción. En el área de educación, con la finalidad de ser explotados por el sistema de catálogo de RA, se presentaron desarrollos por parte del grupo de RA de la UNLaM en materia de poster aumentado en WICC 2014 [13] y herramienta para la explotación de material didáctico tradicional en TE&ET 2014 [14].

3 Planteo de la problemática

El desarrollo de aplicaciones con componentes de RA se encuentra en una etapa de difusión, en especial con la reciente aparición de interfaces como Google Glass [15]. Sin embargo, el desarrollo de sistemas que permitan la creación, gestión y explotación de contenidos para los usuarios en un contexto de RA son limitados, en este orden destacan Viewar [16] y Zappar [17]. Esta última en particular permite la autogestión de contenido de RA con foco en tarjetas de presentación y publicidad, aunque con limitaciones sobre el tipo de marcador y sin la posibilidad de desvincularse de la aplicación visor.

En el presente trabajo se presenta el desarrollo de un Sistema de Catálogo Virtuales Aumentados que actúe como herramienta para explotar, gestionar contenidos y aplicaciones de Realidad Aumentada, construidos para distintos dominios sin necesidad inicial de contar con usuarios con conocimientos técnicos específicos.

Como se indicó anteriormente, el concepto de la Realidad Aumentada ya está siendo aplicado en ambientes específicos y controlados, donde el contenido es generado por empresas o expertos de la informática. Se ha diseñado y desarrollado un sistema de Catálogos Virtuales Aumentados en el marco del proyecto con la actuación del grupo de investigación en Realidad Aumentada Aplicada del Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas (DIIT) de la Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM). Dicho sistema permite la creación de contenidos de Realidad Aumentada para que puedan ser compartidos y explotados de manera simple, proporcionar un Catálogo Virtual Aumentado consiste entonces en un grupo de marcadores¹ agrupados a consideración del usuario creador, que vinculan un objeto físico con cierta cantidad de contenidos virtuales que él mismo ha cargado y especificado de acuerdo a sus necesidades, gustos y criterios, con la posibilidad de compartirlos entre un grupo de

¹ **Marcador**, Es una imagen impresa que proporciona una referencia espacial, permitiendo al dispositivo imprimir la información virtual en el entorno real captado.

usuarios o difundirlo públicamente, logrando así una aumentación social emergente de la realidad.

4 Solución propuesta

Se desarrolló un framework que permita al o los usuarios declarar marcadores sobre una superficie determinada dentro de un entorno del dominio de explotación o de aumentación de la realidad, en este orden luego el usuario inicia la aplicación de RA en un dispositivo móvil o una computadora, a través de la captura de imágenes por parte de la cámara del dispositivo utilizado, el usuario puede observar en la pantalla del dispositivo el enriquecimiento del entorno real en el que se encuentra, gracias a la inclusión de elementos virtuales al mismo, los cuales suelen ser relativos en cuanto a posicionamiento, escala y rotación a los marcadores utilizados. El usuario interactúa con los elementos sintéticos en cuestión, pero sin dejar de lado el entorno real en el que se encuentra. Los elementos que interactúan en el marco de la solución propuesta se observan en la Fig. 1.



Fig. 1. Elementos básicos de Realidad Aumentada en dispositivos móviles y computadoras.

El sistema de Catálogos Virtuales Aumentados cuenta con un diseño distribuido en tres aplicaciones con responsabilidades exclusivas, dando la flexibilidad de utilizar sólo alguna de las partes e integrar nuevos componentes de manera transparente. Las que permiten las siguientes funcionalidades principales que se detallan en los apartados a continuación:

4.1 Editor Web de Catálogos Virtuales Online

La funcionalidad de esta aplicación consiste en actuar como editor de catálogos online, permite a cualquier usuario con acceso a la red, ya sea desde una PC o un dispositivo móvil, crear, editar y compartir contenido de Realidad Aumentada mediante un flujo de trabajo simplificado. Una vez identificado, el usuario procede entonces a crear una instancia vacía en el catálogo y describirlo brevemente para luego ir incorporando marcadores de distintos tipos. Finalmente cada marcador debe ser enriquecido con un número n de contenidos aumentados, pudiendo estos ser del tipo texto, imágenes, sonidos o modelos 3D. Cada contenido cuenta con una posición, rotación y escala

relativas al marcador que los contiene, así como un orden de secuencia. Se observa en la Fig. 2 el modelo del editor el sistema.



Fig. 2. Pantallas del Editor de Catálogos Online.

4.2 Aplicación Principal del Sistema

La aplicación principal del sistema que actúa de backend, provee servicios de creación, edición y almacenamiento de Catálogos Virtuales Aumentados conformando el corazón del sistema, y expone esta funcionalidad como servicio web a través del protocolo HTTP implementando una API RESTful [18]. 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 en Protocol Buffers [19] y comprimiendo los datos a transferir con la biblioteca LZMA [20]. Ambas tecnologías son de dominio público y aseguran un mínimo overhead en la transferencia de datos, a la vez que existen implementaciones en la mayoría de lenguajes de programación actuales.

En la Fig.3 se puede visualizar de forma gráfica el mapeo de urls del servicio web provista por el API. Se detallan las operaciones soportadas por cada catálogo y sus subcomponentes de acuerdo con el modelo RESTful. Mediante la utilización de este mapeo de urls es posible interactuar con los Catálogos Virtuales Aumentados desde cualquier aplicación o interfaz web a través del protocolo HTTP.

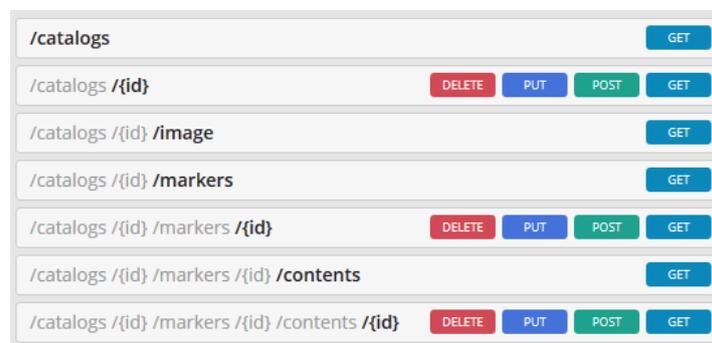


Fig. 3. Mapeo Jerárquico del API RESTful utilizado por la Aplicación Principal.

4.3 Aplicación Base del visualizador de Catálogos Virtuales Aumentados

Conforma el aplicativo para dispositivos móviles que obtiene Catálogos Virtuales Aumentados a través del API HTTP y funciona como plataforma para visualizar el contenido de Realidad Aumentada, aprovechando la cámara integrada, la capacidad de procesamiento y la variada gama de sensores disponibles en los dispositivos móviles que cuentan con sistema operativo Android. Debido a la gran cantidad de distintos dispositivos móviles Android, el despliegue de los contenidos está a cargo de un motor gráfico multimedia en conjunto con una biblioteca de reconocimiento de marcadores, los cuales otorgan un nivel de abstracción superior, evitando conflictos emergentes de software o hardware.

En el próximo punto se detallan los componentes específicos en orden a la implementación de las aplicaciones del Sistema de Catálogos Virtuales Aumentados.

5 Implementación del Sistema de Catálogos Virtuales Aumentados

Como se ha mencionado con anterioridad, el diseño del sistema cuenta con tres aplicaciones independientes en cuyas pruebas de concepto se utilizaron las siguientes tecnologías. La aplicación Web que funciona como editor de los Catálogos Virtuales Aumentados está desarrollada bajo los estándares HTML con utilización de Javascript y bibliotecas públicas tales como jQuery [21] y Bootstrap [22]. Soportada por un backend Java [23] a través de Apache Tomcat [24] y la plataforma Spring IO [25], obtuvimos flexibilidad, a la vez que la reutilización de herramientas mainstream nos permitieron un bajo esfuerzo de codificación. El API Rest también es servida por un entorno Java con utilización de Spring IO y Apache Tomcat. El soporte de almacenamiento es brindado por cualquier base de datos relacional con soporte JDBC, siendo utilizado H2 [26] en el entorno de desarrollo y MySQL [27] en el prototipo de laboratorio. Finalmente, la aplicación móvil se desarrolla para Android utilizando el motor Unity3D [28] y el sistema de reconocimiento Vuforia [29].

A continuación se presenta un diagrama conceptual de componentes del sistema de Catálogos Virtuales Aumentados y su integración en la Fig. 4. En el mismo podemos apreciar cómo un usuario interactúa por un lado con el Editor Web provisto por el servidor, permitiéndole crear, editar y publicar Catálogos Virtuales Aumentados vía Web a través de cualquier navegador disponible actualmente en el mercado. Por otro lado se aprecia la interacción del usuario con la aplicación móvil, que actuará como visor de los contenidos aumentados de los catálogos desde la cual, el usuario al iniciar sesión en el sistema podrá descargar y visualizar Catálogos Virtuales Aumentados, que previamente han sido creados a través del Editor Web.

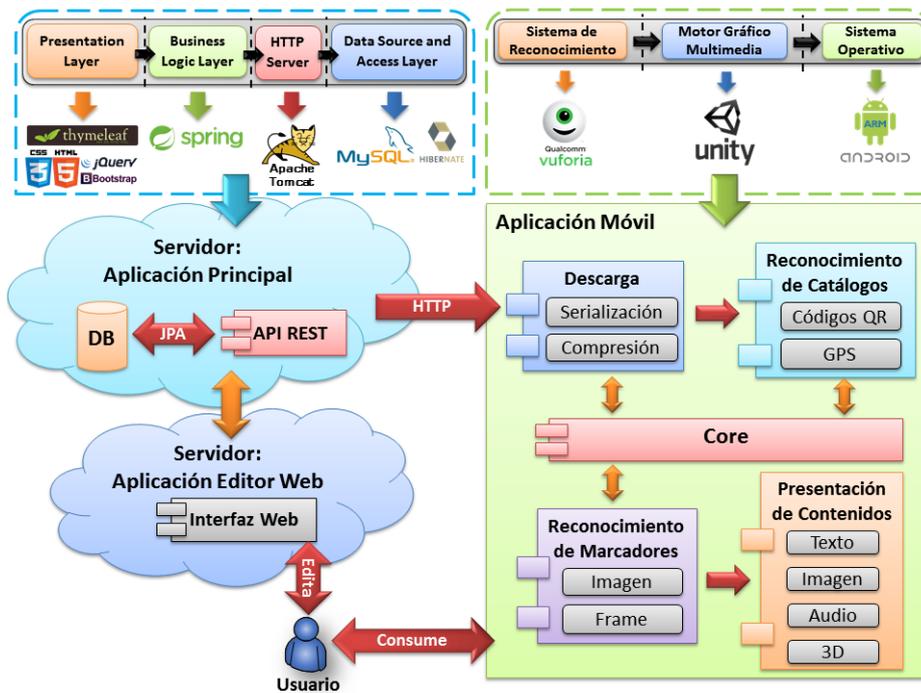


Fig. 4. Diagrama Conceptual de Componentes del Sistema de Catálogos Virtuales Aumentados.

Estos catálogos pueden ser construidos para distintos dominios, ya sea educación, cultura, comercio, industria, entretenimiento, entre otros, proporcionando interfaces intuitivas para realizar las funcionalidades nombradas dentro de un contexto colaborativo. El framework de RA desarrollado permite al usuario declarar marcadores sobre una superficie determinada dentro de un entorno del dominio de explotación o de aumentación de la realidad, luego el usuario inicia la aplicación de RA en un dispositivo móvil o una computadora. A través de la captura de imágenes por parte de la cámara del dispositivo utilizado, el usuario puede observar en la pantalla del mismo el enriquecimiento del entorno real en el que se encuentra, gracias a la inclusión de elementos virtuales al mismo, que van desde audio, objetos 3D, textos, imágenes y videos, los cuales suelen ser relativos en cuanto a posicionamiento, escala y rotación a los marcadores utilizados. El usuario interactúa con los elementos virtuales en cuestión, pero sin dejar de lado el entorno real en el que se encuentra.

Para detallar la conformación del Sistema de Catálogos Virtuales Aumentados cuenta con un diseño distribuido en tres aplicaciones con responsabilidades exclusivas, logrando así una gran escalabilidad y modularización, permitiendo una fácil integración de nuevos componentes en un futuro.

5.1 Aplicación Web (WebApp)

Para realizar la vinculación del objeto físico con el contenido aumentado, se desarrolló una Aplicación Web (WebApp) como Framework en donde cada usuario debe ingresar con una cuenta creada en el mismo y puede crear un catálogo nuevo o modificar uno ya existente. (Ver figura 5)



Figura 5: Editor de Catálogos

Cada catálogo contiene sus propios marcadores y sobre los cuales se pueden agregar o quitar contenidos mediante el “Editor de Marcadores” (ver figura 6), en el cual se puede establecer el tipo de contenido, posición y tamaño. Los contenidos que pueden agregarse a los marcadores son: imágenes, modelos 3D, videos, texto y sonido.

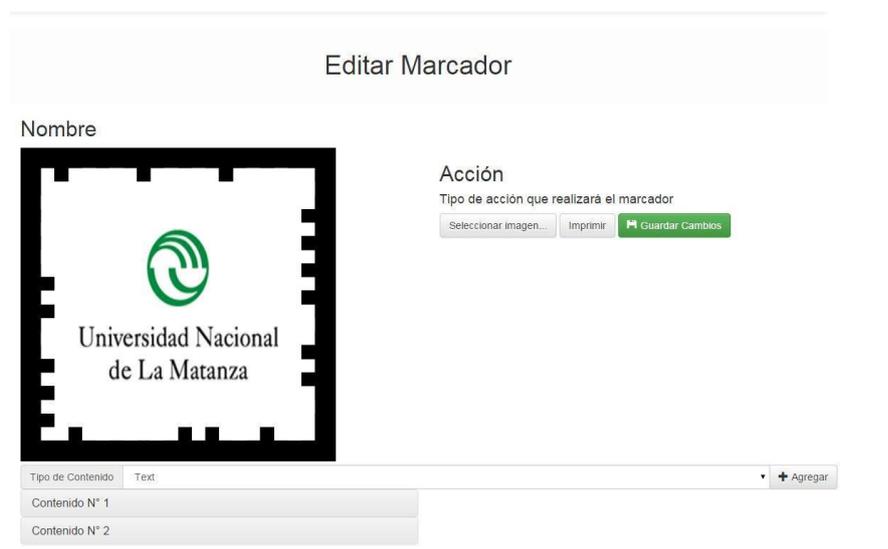


Figura 6: Editor de Marcadores

Esta aplicación Web que funciona como editor de contenidos online de los Catálogos Virtuales Aumentados (ver figura 7), se encuentra desarrollada bajo los estándares HTML con utilización de Javascript y bibliotecas públicas tales como jQuery [21] y Bootstrap. [22] Con respecto al editor 3D de contenidos virtuales, se reutiliza código del visor móvil desarrollado, asegurando la correcta parametrización de los contenidos publicados. El editor online es soportado por un backend Java a través de Apache Tomcat [24] y la plataforma Spring IO [25] que brinda flexibilidad a la vez que la reutilización de herramientas mainstream permitió mejorar el esfuerzo de implementación.

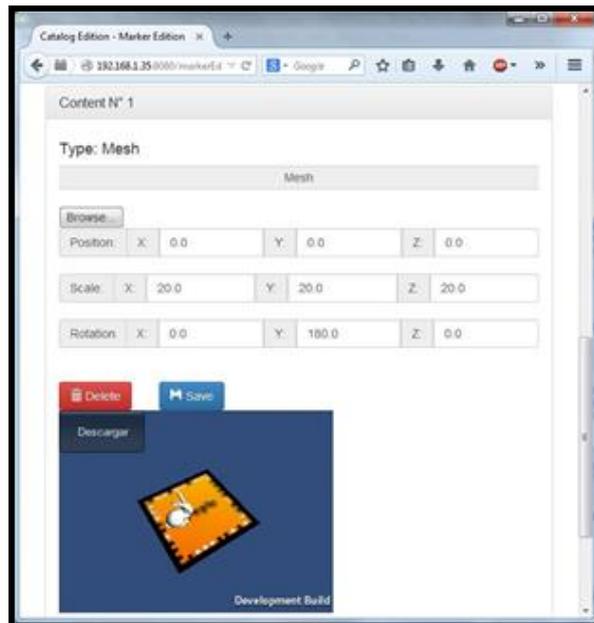


Figura 7: Editor de Contenidos

5.2 Sistema de Catálogos Virtuales Aumentados

La aplicación principal del de Catálogos Virtuales Aumentados actúa de backend, provee servicios de creación, edición y almacenamiento de Catálogos Virtuales Aumentados conformando el corazón del sistema, y expone esta funcionalidad como servicio web a través del protocolo HTTP implementando una API RESTful Esta API permite la reutilización de los catálogos por parte de cualquier aplicativo que implemente la interfase adecuada. La misma provee funcionalidades de ABM (Alta, Baja o eliminación y Modificación) para todos los elementos de un Catálogo Virtual Aumentado, implementando serialización en Protocol Buffers [19] y comprimiendo los datos a transferir con la biblioteca LZMA [20]. Ambas tecnologías son de dominio público y aseguran un mínimo overhead en la transferencia de datos, a la vez que existen implementaciones en la mayoría de lenguajes de programación actuales.

La API Rest también es servida por un entorno Java [23] con utilización de Spring IO [25] y Apache Tomcat [24]. El soporte de almacenamiento puede ser brindado por cualquier base de datos relacional con soporte JDBC, siendo utilizado H2 [26] en el entorno de desarrollo y MySQL [27] en el ambiente de prueba para el prototipo inicial. Mediante la utilización de mapeos de URLs es posible interactuar con los Catálogos Virtuales Aumentados desde cualquier aplicación o interfaz web a través del protocolo HTTP.

Como plataforma para utilizar los Catálogos, se hace uso de la aplicación móvil la cual obtiene Catálogos Virtuales Aumentados a través del API HTTP. A partir de ella junto con la cámara integrada, la capacidad de procesamiento y la variada gama de sensores disponibles en los dispositivos móviles que cuentan con sistema operativo Android, el usuario iniciará sesión en el sistema y puede descargar y visualizar Catálogos Virtuales Aumentados, que previamente fueron creados a través del Editor Web. En la figura 8 se presenta un diagrama de despliegue del Sistema de Catálogos que incluye una representación de las conexiones entre las aplicaciones que lo componen.

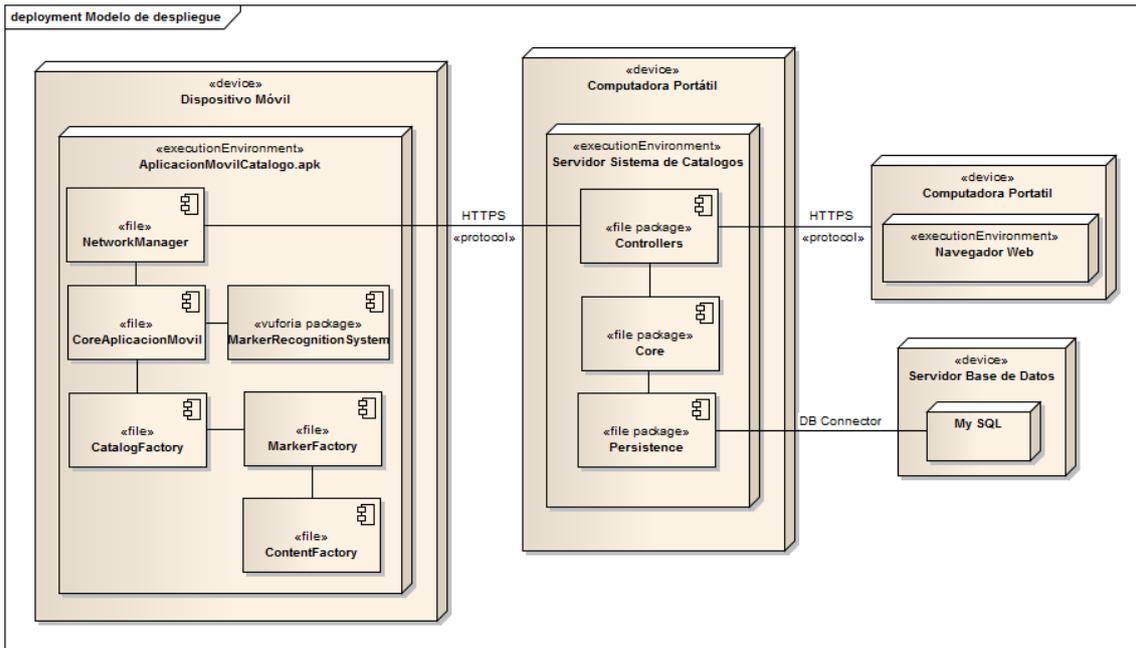


Figura 8: Diagrama de despliegue del Sistema de Catálogos Virtuales Aumentados

Debido a la gran cantidad de distintos dispositivos móviles Android, la tecnología base del visor de los contenidos está a cargo de Unity 3D [28] un motor gráfico multimedia en conjunto con Vuforia[29] una biblioteca de reconocimiento de marcadores, los cuales otorgan un nivel de abstracción superior, evitando conflictos emergentes de software o hardware.

5.3 Sistema de Catálogos Virtuales Aumentados-Geoposicionados

En la última versión del Sistema de Catálogos Virtuales Aumentados se inicio una capa de geoposicionamiento experimental tanto para la Aplicación Web como en la Móvil. En el módulo web se agregó una opción a través de un componente HTML el cuál define a un catálogo creado por el usuario si será o no geoposicionado, solicitando las coordenadas de Latitud y Longitud deseadas para su posterior localización, ver figura 9.

Con respecto a la aplicación móvil, se agregó como opción en su menú principal “Catálogos Geoposicionados”, la cuál utiliza la API Google Maps desde Android Nativo. Esta permite presentar información de los catálogos existentes y que pueden ser descargados, dentro de un radio determinado en el cual se encuentre el usuario, actualmente con ajustes para lograr una adecuada publicación.

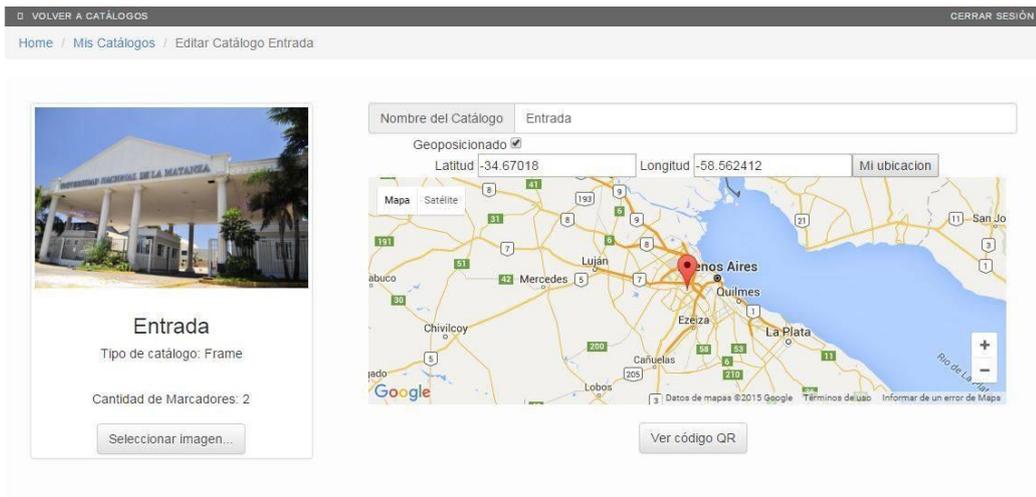


Figura 9: Mapa en la WebApp

6 Resultados

6.1 Pruebas de campo

La prueba de campo del Sistema de Catálogos Virtuales Aumentados se realizó en la Universidad Nacional de La Matanza, incluyendo como objetivos de aumentación la entrada principal, el mapa de aulas y departamentos, la biblioteca, el comedor, los laboratorios de informática, oficina de alumnos y el estacionamiento. Para ello, se utilizaron códigos QR y marcadores predefinidos en cada uno de los sectores para así poder identificar los mismos (ver figura 10).



Figura 10: Marcadores

Primero se crearon las imágenes que irían dentro de los marcadores. Sobre la WebApp del sistema, se creó un catálogo por cada punto de interés (entrada principal, mapa de aulas, etc.) con sus respectivos marcadores; a estos últimos luego se les asignaría contenidos a aumentar relacionados a cada sector en la pestaña correspondiente a la edición de marcadores y contenidos.

Se dispusieron de seis catálogos, incluyendo las siguientes categorías:

- Catálogo “Entrada principal”: Contiene un marcador que posee una imagen de la fachada de la universidad, utilizado en la entrada de la Universidad Nacional de La Matanza.
- Catálogo “Mapa”: Contiene una imagen de la Ubicación del Comedor.
- Catálogo “DIIT”: Contiene tres marcadores mostrando una imagen de los laboratorios de ingeniería de la Universidad.
- Catálogo “Oficina de alumnos”: Contiene una imagen con el calendario académico del corriente año
- Catálogo “Estacionamiento”: Contiene un marcador que muestra una imagen del estacionamiento y el horario en el que éste se encuentra abierto
- Catálogo “Biblioteca”: Contiene un marcador que muestra una imagen de la biblioteca y el horario en la que ésta se encuentra abierta.

Luego de haber elaborado los catálogos, se imprimieron los QR para descargar los catálogos con sus respectivos marcadores y ser distribuidos por el campus. Se conectó a la red universitaria una tablet con la aplicación “Sistema de Catálogos Virtuales Aumentados”. Desde ella, se pudo localizar los catálogos creados en la región cercana a la universidad en un mapa, como se puede ver en la Figura 11.

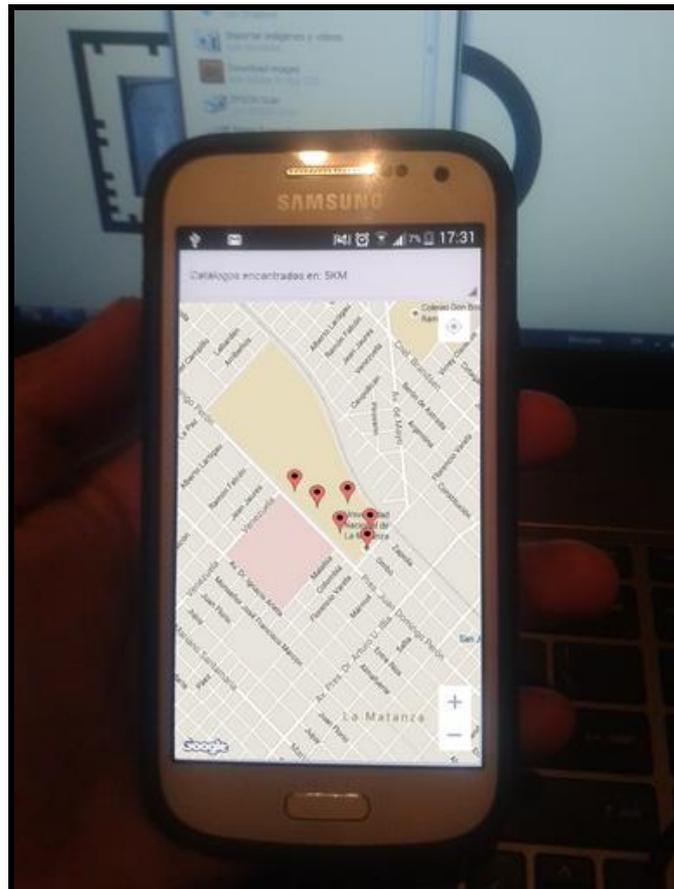


Figura 11: Mapa en la aplicación móvil

Se realizó un recorrido con el dispositivo móvil por cada punto de aumentación y se descargó su respectivo catálogo a través del escaneo del código QR. Una vez que fue descargado la información del catálogo, se visualizó en la pantalla del dispositivo el entorno aumentado de cada sector como se puede ver a continuación en la Figura 12 el marcador del catálogo “Entrada principal” correspondiente a la entrada de la UNLaM, se observa al imagen de la entrada.

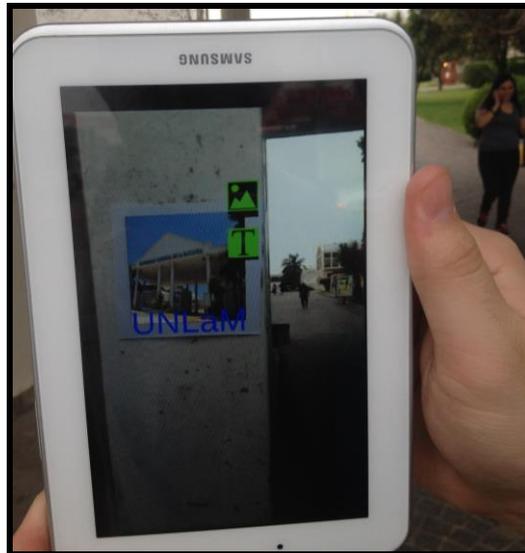


Figura 12: Entrada principal

La Figura 13 muestra un imagen correspondiente al catálogo “Mapa”.



Figura 13: Mapa

La figura 14 muestra una imagen correspondiente al catálogo “DIIT” el que muestra imágenes de los laboratorios.



Figura 14: Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas DIIT

La figura 15 muestra una imagen correspondiente al catálogo “Oficina de alumnos” el que muestra una imagen con el calendario académico del corriente año.

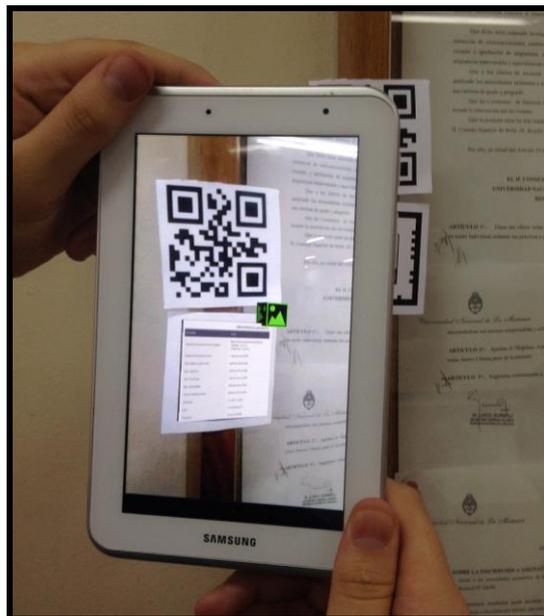


Figura 15: Oficina de alumnos

La figura 16 muestra una imagen correspondiente al catálogo “Estacionamiento”, contiene un marcador que muestra una imagen del estacionamiento y el horario en el que éste se encuentra abierto.



Figura 16: Estacionamiento

La figura 17 muestra una imagen de correspondiente al catálogo “Biblioteca”, contiene un marcador que muestra una imagen de la biblioteca y el horario en la que ésta se encuentra abierta



Figura 17: Biblioteca

6.2 Demostradores tecnológicos

Si bien los Catálogos Virtuales Aumentados están diseñados para cumplir de forma genérica cualquier propósito de aumentación, con el objetivo de identificar algunas de

las áreas más relevantes para su aplicación, se han desarrollado varias pruebas de concepto independientes. En estos desarrollos se puso el foco en un grupo de usuarios dentro de un contexto específico, logrando así identificar elementos clave necesarios para asegurar la utilidad de un Catálogo Virtual Aumentado en dicho marco. En este orden se detallan a continuación. La herramienta desarrollada facilitó la aumentación de la realidad de usuarios de distintos dominios tales como educación, arte y salud, a través de la generación de instancias experimentales y el desarrollo de demostradores tecnológicos de sus dominios específicos que se enuncian a continuación.

6.2.1 Dominio Educación:

- **Poster Aumentado 2014 y Poster Aumentado 2015:** Se corresponden a una aplicación base encargada de enriquecer el contenido de pósters informativos, siendo ésta la primera en el ámbito de Congresos Nacionales de Ciencias de la Computación que cumpliera con ese requisito. Fue presentada en el Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC) 2014, organizado anualmente por la Red de Universidades Nacionales con Carreras de Informática (RedUNCI). Para esta aplicación se utilizó el mismo póster como marcador que al enfocarlo con la cámara de un dispositivo, se puede observar el despliegue de varios objetos 3D superpuestos sobre él. Una vez presentados los contenidos se puede interactuar con los mismos mediante la pantalla táctil del dispositivo y visualizar información virtual de distinta índole. Por ejemplo, una serie de fotos con los miembros del grupo de Realidad Aumentada, datos acerca de la UNLaM, links a sitios relevantes y descarga del paper presentado en dicho congreso.

Poster	WICC	Aumentado	2014:
https://play.google.com/store/apps/details?id=com.unlam.realidadaumentada.poster.aumentadowicc2014			

Poster	WICC	Aumentado	2015:
https://play.google.com/store/apps/details?id=com.unlam.realidadaumentada.poster.aumentadowicc2015			

- **Aumentación de material didáctico tradicional:** En el contexto educativo, se detectó la necesidad de transmitir contenidos dinámicamente entre docentes y alumnos. Para ello, ofrecemos la posibilidad de crear catálogos virtuales con una secuencia entre sus contenidos. La finalidad de la aumentación de material didáctico tradicional es que maestros y alumnos compartan información en un ambiente colaborativo dinámico, utilizando un editor aún más simple que facilite las tareas. En [16] se desarrolló una prueba de concepto para conocer el interés en la comunidad educativa y la versatilidad de los productos de la herramienta. En el congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología 2014 (TE&ET), los docentes expresaron su interés en la herramienta y su conformidad con el desarrollo presentado. Es una aplicación en versión de prueba de concepto, encargada de la explotación, a través de la tecnología de Realidad Aumentada, de materiales didácticos tradicionales que cualquier aula podría

contar. En la misma se utiliza un mapa de la República Argentina como marcador para mostrar información virtual aumentada acerca de la geografía de las distintas regiones del país, su fauna y flora. Además la prueba de concepto explora la idea de presentar información virtual secuenciada por medio de un botón interactivo bajo la temática de Historia, la misma presenta el plan que realizó San Martín en 1814 para cruzar Los Andes con el objetivo de lograr la independencia de forma simplificada. Esta prueba de concepto fue presentada en el congreso TE&ET 2014, llevado a cabo en la ciudad de Chilecito provincia de La Rioja en el contexto del artículo “Herramienta de Realidad Aumentada para la Explotación de Material Didáctico Tradicional”.

Mapa Aumentado
2014:<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.unlam.realidadaumentada.mapaaumentadoargentina>.

- **Folleto Aumentado del DIIT 2014, Folleto Aumentado CACIC 2014y Folleto uEA 2015:** Estas aplicaciones desarrolladas bajo el ámbito de la aumentación de folletería en eventos científicos, permiten compartir contenidos virtuales para aumentar soportes físicos tales como folletos de divulgación de actividades de un evento científico-tecnológico, proporcionando información sobre las mismas y presentando un layout o mapa virtual de las instalaciones del lugar. A través de esta aplicación se puede visualizar información de nuestra universidad (UNLaM) donde se llevó a cabo el Congreso Argentino de Ciencias de Computación (CACIC) 2014 aumentando el folleto con sus diversas instalaciones, sectores, departamentos, aulas o auditorios donde se localizan los diferentes Workshops, Cursos de la Escuela Internacional de Informática, conferencias del congreso entre otras actividades y cómo llegar a las mismas. También fue utilizado para el Congreso de Microelectrónica Aplicada (uEA) 2015.

Folleto Aumentado DIIT UNLAM:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.unlam.realidadaumentada.folletoaumentadodiitunlam>

Folleto Aumentado CACIC 2014:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.unlam.realidadaumentada.folletoaumentadocacic2014>

Folleto uEA 2015:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.unlam.realidadaumentada.uEA2015>

6.2.2 Dominio Arte.

Bienal de Arte Integral 2014: Esta es una aplicación con enfoque artístico y cultural, desarrollada para y utilizada por los participantes de la “Bienal de Arte

Integral 2014”. Su funcionamiento consiste en enfocar la cámara de nuestro celular hacia el catálogo del evento, y visualizar los marcadores halladas en cada una de las páginas dedicadas a los diversos artistas. Una vez reconocido el mismo, la aplicación muestra información virtual adicional sobre el artista como de la obra presentada junto menciones de otras obras realizadas. Bienal de Arte Integral 2014: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.unlam.realidadaumentada.bienaldearteintegral2014>

6.2.3 Dominio Salud.

- ARCSEMS Versión Prueba de Concepto 2015: Esta aplicación es una versión de prueba de concepto del Sistema de Tarjetas de Realidad Aumentada para Emergencias y Servicios Médicos (ARCSEMS) enfocado al ámbito de la medicina, que provee al usuario información médica relevante de un determinado individuo para auxiliarlo bajo una situación crítica o de urgencia médica. Este sistema es detallado en el artículo “Augmented Reality Card System for Emergency Medical Services” en versión abstract extendido presentado en el congreso IWBBIO 2016

7 Conclusiones y Futuras Líneas de Trabajo

El proyecto facilitó la implementación de la tecnología de Realidad Aumentada a través del uso de un catálogo aumentado personalizado donde se puede aportar información extra en forma de contenido virtual sobre cualquier objeto y/o lugar físico. Las futuras líneas de trabajo pretenden incorporar nuevos tipos de contenidos, orientados al campo de la Emergencias Medicas, como así también continuar con el desarrollo de capacidades de geoposicionamiento del sistema de catálogos virtuales aumentados.

8.Referencias

1. Cristina Manresa Yee, María José Abásolo, Ramón Más Sansó y Marcelo Vénere 2011. “Realidad virtual y realidad aumentada. Interfaces avanzadas”. ISBN: 978-950-34-0765-3
2. Azuma R. (1997). A Survey of Augmented Reality. In Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 6,4 August 1997, 355-385.
3. ARToolkit, vigente Julio 2014 en: <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>
4. Metaio, vigente Julio 2014 en: <http://www.es.metaio.com/>
5. Layar, vigente Julio 2014 en: <https://www.layar.com/>
6. D. Wilches, P. Figueroa. Visualización de información urbana geo-referenciada por medio de Realidad Aumentada.
7. Wikitude, vigente Julio 2014 en: <http://www.wikitude.com>

8. Layar, vigente Julio 2014 en: <https://www.layar.com/products/developer-tools/>
9. Wikipedia, vigente Julio 2014 en: <http://www.wikipedia.org/>
10. Twitter, vigente Julio 2014 en: <https://twitter.com/>
11. M. Billinghurst, H. Kato, I. Poupyrev (2001). The MagicBook: a transitional AR interface. Elsevier Computers and Graphics.
12. J.M. Peula, J.A. Zumaquero, C. Urdiales, A.M. Barbancho, F. Sandoval (2007). Realidad aumentada aplicada a herramientas didácticas musicales. XXII Simposium Nacional de la Unión Científica Internacional de Radio.
13. Ierache J., Mangiarua N., Bevacqua S., Becerra M., Verdicchio N., De la Llave E., Duarte N., Sanz D., Ortiz F., Igarza S., Realidad Aumentada (RA) en el contexto de usuarios finales. XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. WICC 2014, RedUNCI. 1a ed. ISBN 978-950-34-1084-4. Fecha de Publicación: 5/2014, 270-274, <http://www.untdf.edu.ar/wicc2014/files/WICC2014-articulos-publicados.pdf>.
14. Ierache J., Mangiarua N., Bevacqua S., Becerra M., Verdicchio N., De la Llave E., Duarte N., Sanz D., Ortiz F., Igarza S., Herramienta de Realidad Aumentada para la explotación de material didáctico tradicional. TE&ET 2014. IX Congreso de Tecnología en Educación en Tecnología. 1a ed. - Chilecito : UNDeC, 2014. E-Book. ISBN 978-987-24611-1-978-987-24611-1-9. CDD 370.1 .Fecha de catalogación: 12/06/2014, 250-254, <http://www.teyet2014.undec.edu.ar/Libro-de-ActasTEYET2014.pdf>
15. J. Subhalaxmi (2014). Project Glass: Google Glasses. Koustuv Institute of Technology Chandrasekhar, Patia.
16. Viewar, vigente Julio 2014 en: <http://www.viewar.com/>
17. Zappar, vigente Julio 2014 en: <http://www.zappar.com/>
18. Fielding, Roy Thomas. Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures. Doctoral dissertation, University of California, Irvine, 2000.
19. Protocol Buffers, vigente Julio 2014 en: <http://goo.gl/w63jj1>
20. LZMA, vigente Julio 2014 en: <http://www.7-zip.org/sdk.html>
21. jQuery, vigente Julio 2014 en: <http://jquery.com/>
22. Bootstrap, vigente Julio 2014 en: <http://getbootstrap.com/>
23. Java, vigente Julio 2014 en: <http://www.oracle.com/us/technologies/java/standard-edition/overview/index.html>
24. Apache Tomcat, vigente Julio 2014 en: <http://tomcat.apache.org/>

25. Spring IO, vigente Julio 2014 en: <http://spring.io/>
26. H2, vigente Julio 2014 en: <http://www.h2database.com/html/main.html>
27. MySQL, vigente Julio 2014 en: <http://www.mysql.com/>
28. Unity3D, vigente Julio 2014 en: <http://unity3d.com/es>
29. Vuforia, vigente Julio 2014 en: <https://developer.vuforia.com/>

9 Producción Científica-tecnológica

9.1 Artículos con referato relacionados con el Proyecto

- 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 <http://sistemas.unla.edu.ar/sistemas/redisla/ReLAIS/relais-v2-n6-365-368.pdf>
- Ierache J., Mangiarua N., Bevacqua S., Becerra M., Verdicchio N., Duarte N., Sanz D., Ortiz F., Sena M., Igarza S **“Development of a Catalogs System for Augmented Reality Applications”**, el cual describía los avances del Sistema de Catálogos Virtuales Aumentados, siendo seleccionado como “Select Paper” en el marco del International Congress of Virtual and Augmented Reality (ICVAR), llevado a cabo en Singapur en Enero del 2015, realizado por la organización World Academy of Science, Engineering and Technology (WASET).Internacional Science Index ISSN 1307:6892 <http://waset.org/Publications/development-of-a-catalogs-system-for-augmented-reality-applications/10000077>

9.2 Publicaciones en Congresos-Workshops con referato relacionadas con el Proyecto

- Ierache J., Mangiarua N., Bevacqua S., Becerra M., Verdicchio N., De la Llave E., Duarte N., Sanz D., Ortiz F., Igarza S., **“Realidad Aumentada (RA) en el contexto de usuarios finales”**. XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. WICC 2014, RedUNCI. 1a ed. ISBN 978-950-34-1084-4. Fecha de Publicación: 5/2014, 270-274, <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/41253>
- Mangiarua N., Ierache J., Bevacqua S., Becerra M., Verdicchio N., De la Llave E., Duarte N., Sanz D., Ortiz F., Igarza S., **“Herramienta de Realidad Aumentada para la explotación de material didáctico tradicional”**. TE&ET 2014. IX Congreso de Tecnología en Educación en Tecnología. 1a ed. - Chilecito: UNdeC, 2014. E-Book. ISBN 978-987-24611-1-978-987-24611-1-9. CDD 370.1 .Fecha de catalogación: 12/06/2014, 250-254, <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/38625>
- Ierache J., Mangiarua N., Bevacqua S., Becerra M., Verdicchio N., Duarte N., Sanz D., Ortiz F., Sena M., Igarza S., **“Sistema de Catálogo para la Asistencia a la Creación, Publicación, Gestión y Explotación de Contenidos Multimedia y Aplicaciones de Realidad Aumentada”**, CACIC 2014. XX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, San Justo La Matanza. ISBN 978-987-3806-05-6 <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/42339>
- Bevacqua, Sebastián Ariel; Igarza, Santiago; Mangiarua, Nahuel Adiel; Becerra,

Martín Ezequiel; Verdicchio, Nicolás Nazareno; Ortiz, Fernando Martín; Sanz, Diego Rubén; Duarte, Nicolás Daniel; Sena, Matías Ezequiel; Ierache, Jorge Salvador *“Líneas de Investigación del Grupo de Realidad Aumentada Aplicada de UNLaM Catálogos Virtuales Aumentados - Aumentación de Material Didáctico”*, en el marco del workshop de Computación Gráfica, Imágenes y Visualización (CGIV) XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, realizado en la Universidad Nacional de Salta 2015, provincia de Salta. ISBN 978-987-633-134-0. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/45657>

- 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. *“Sistema de Catálogo Virtual Aumentado Integración de Framework Especializado aplicado a material didáctico”*. TE&ET 2015. X Congreso de Tecnología en Educación en Tecnología, 11 y 12 de Junio Corrientes Fac de Ciencias Exactas UNNE, PP 350-356, ISBN 978-950-656-154-3. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/49060>

9.3 Publicaciones en prensa con referato

- Jorge Ierache, Nicolás Verdicchio, Nicolás Duarte, Cristian Montalvo, Facundo Petrolo, Diego Sanz, Jonathan Barth, Nahuel Mangiarua, Santiago Igarza, *“Augmented Reality Card System for Emergency Medical Services”*, IWBBIO 2016 (4th International Work-Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering) 20 - 22 abril 2016, 8 pp .*

*The proceedings of both full papers and abstracts will be submitted to Thomson Reuters Conference Proceedings Citation Index (ISI), INSPEC, DBLP, EI (Elsevier Index) and Scopus for indexation. **More information can be found at:** <http://iwbbio.ugr.es/2016/submissions.php>

9.4 Registros de Propiedad

OTROS: Dirección Nacional de Derecho de Autor- Solicitud de obra Inédita de Software
EXPEDIENTE:5216.815
TITULO: Sistema de Catálogos Virtuales
AUTOR: Ierache J., Mangiarua N., Bevacqua S., Becerra M., Verdicchio N., Duarte N., Sanz D., Ortiz F., Sena M., Igarza S
TITULAR: UNLaM
PAIS: ARGENTINA
FECHA SOLICITUD: 24 Febrero 2015

9.5 Presentaciones y Transferencias:

Se destaca el apoyo del DIIT para la participación en el Workshop de Investigadores en Ciencia de la Computación (WICC) 2014, donde se presentó la línea de investigación del proyecto y además el primer poster aumentado en el marco de la Red UNCI. Se participó con la presentación de trabajo y demostración del sistema de

aumentación de material didáctico en el Congreso Argentino de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación (TE&ET) 2014. En términos de transferencias del proyecto se realizaron las siguientes presentaciones y publicaciones en los siguientes eventos científicos:

- Se participó en representación de la UNLaM en la tercera Muestra Municipal de Ciencia, Tecnología y Políticas Educativas del Municipio de La Matanza - Plaza Ciencia 2014 con la visita y demostración de los desarrollos al actual señor Ministro de Ciencia y Tecnología Dr. Lino Barañao.

Se participó en Expo Proyecto UNLaM 2014, demostrando los desarrollos enunciados.

En el marco del proyecto se participó en la Bienal de Arte Integral 2014 de la UNLaM, brindando la aumentación de 36 obras de arte de diferentes artistas a través de la utilización del sistema base del editor del SCVA desarrollado para dispositivos móviles Android.

El Sistema de Catálogos Virtuales Aumentados (SCVA): fue presentado en el Congreso CACIC 2014: Esta del sistema, como demostrador se presento en correspondencia con el artículo “Sistema de Catálogo para la Asistencia a la Creación, Publicación, Gestión y Explotación de Contenidos Multimedia y Aplicaciones de Realidad Aumentada”

Aplicación de Demos de RA 2014: Esta aplicación consiste en una integración de diferentes demostradores básicos de los diferentes objetos virtuales que se pueden utilizar en una aplicación con la tecnología de Realidad Aumentada, los cuales pueden ser videos, imágenes, objetos 3D, audio y botones virtuales. Esta aplicación fue difundida en los eventos de Plaza Ciencia 2014 y ExpoProyecto 2014.

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.unlam.realidadaumentada.compilaciondemos>

.El Imperio Re Contraataca RA 2014 (modificado): Una de las primeras pruebas de concepto que el equipo presentó fue el videojuego que realizamos íntegramente utilizando Realidad Aumentada llamado “El Imperio Re Contraataca RA” basado en la conocida saga “Star Wars”. El jugador toma el mando de una nave de la República, y debe destruir las naves del Imperio que salen de su base en la Estrella de la Muerte. Para poder apuntar, el jugador debe desplazarse alrededor del marcador y apuntar a las naves enemigas. El mismo fue presentado en la ExpoProyecto 2013 y 2014 en la UNLaM, teniendo una excelente recepción tanto por los jóvenes como los adultos que recorrían la exposición.

El Imperio Re Contraataca RA:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.unlam.realidadaumentada.elimperiorecontraataca>

Juega PulsAR Play 2014: Es una aplicación que sirve como demostrador de material didáctico de un framework, el cual permite articular con el plano de un juego que contiene casilleros y se encuentra desplegado en un tablero físico, los contenidos de Realidad Aumentada previamente configurados, seleccionados y almacenados en

función de la temática deseada bajo un enfoque lúdico. La aplicación ejecuta videos sobre el casillero de la superficie del tablero, proporcionando la sensación de que el video se posiciona y ejecuta realmente en el casillero físico, generando de esta forma una aumentación de la realidad. Cada video ofrece tres opciones de las cuales el jugador elegirá una mediante un toque en la pantalla de su dispositivo. Este framework se encuentra detallado en el artículo “Herramienta de Realidad Aumentada para Facilitar la Enseñanza en Contextos Educativos Mediante el Uso de las TICs” presentado en la Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software versión 2 del año 2014. Además este demostrador sirvió de difusión de la tecnología de Realidad Aumentada en los eventos Plaza Ciencia 2014, ExpoProyecto 2013 y 2014

A través de los siguientes enlaces, podrá obtener mayor información sobre el grupo, desarrollos realizados y actuales, eventos en los que se participó, publicaciones realizadas, y descarga de aplicaciones móviles creadas.

Página Web del Grupo de RA: <http://unlam-ra.comeze.com/>

Página de Facebook del Grupo de RA:
<https://www.facebook.com/realidadaumentadaUNLAM>

Aplicaciones de Google Play desarrolladas por el Grupo de RA:
<https://play.google.com/store/apps/developer?id=Grupo+de+Realidad+Aumentada+Aplicada>

Canal de Youtube del Grupo RA:
<https://www.youtube.com/channel/UCFuIxO6uRMWigR6o6PMYoUQ>