

# Sistema de Tarjeta Aumentada Basada en Conocimiento para la Asistencia en Emergencia Médica con el empleo de dispositivos móviles

Cristian Montalvo, Facundo Petrolo, Diego Sanz, Nahuel Mangiarua, Nicolas Verdicchio, Santiago Igarza, Jorge Ierache

<sup>1</sup> Grupo de Investigación en Realidad Aumentada Aplicada, Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas UNLaM. Universidad Nacional de La Matanza, Av. Florencio Varela 1903 (B1754JEC) San Justo, Provincia de Buenos Aires, República Argentina.  
jierache@unlam.edu.ar

**Abstract.** Este trabajo describe la integración de realidad aumentada y sistemas basados en conocimientos aplicados a la innovación de las Tarjetas clásicas de identificación de un individuo en el contexto de los sistemas de Salud. Se muestran resultados iniciales de la aumentación de los elementos físicos de identificación de una persona (como tarjetas, credenciales, colgantes de chapa, etc.) con información virtual y la categorización del individuo en función de sus antecedentes de salud, efectuada a través de un sistema basado en conocimiento con el fin de contribuir a la asistencia médica temprana con información relevante frente a una situación de emergencia o descompensación.

**Keywords:** informática médica, realidad aumentada, asistencia, primeros auxilios, salud, emergentología.

## 1 Introducción

El Sistema de Tarjeta Aumentada Basada en Conocimiento para la Asistencia en Emergencia Médica, (al que denominaremos de ahora en adelante como Sistema) integra tecnologías de Realidad Aumentada, de Sistemas Basados en Conocimientos, Dispositivos Móviles (tales como smartphones & tablets) y de Elementos Físicos de identificación de individuos (como tarjetas, credenciales, colgantes de chapa, etc.) con el fin de contribuir a la asistencia y primeros auxilios de personas que sufren un accidente o descompensación en la vía pública o donde sea que nos encontremos.

Este sistema puede ser utilizado: internamente dentro de un hospital o centro de salud por su personal médico, al cual se le brindará información acerca de los antecedentes del paciente; como por el equipo de ambulancias quién poseerá dentro del vehículo una instancia del sistema con los registros de salud de los pacientes registrados, y también por el ciudadano que tenga la aplicación al momento de ayudar a una persona que necesita asistencia en la vía pública, desplegando información significativa relacionada con los antecedentes de la persona que requiere atención.

En la actualidad en el contexto de los sistemas y servicios médicos existen diferentes medios físicos por los cuales se asocia a un individuo con cierta información. Los medios físicos clásicos, como las tarjetas, tienen por objetivo

identificar a una persona de forma unívoca. El Sistema propuesta hace uso de Realidad Aumentada (RA), y tecnologías de Inteligencia Artificial (IA) en orden al empleo de Sistemas Expertos como herramientas de apoyo para la realización de tareas complejas [1]. En cuanto a la RA, esta tecnología generalmente es comparada con la Realidad Virtual, sin embargo no se refieren a lo mismo. Esta última introduce al usuario en un ambiente completamente virtual sustituyendo a la realidad física, mientras que RA complementa (aumenta) a la realidad física, manteniendo al usuario en contacto con la misma, a la vez que interactúa con objetos o información virtual superpuestas sobre ella [2]. La Realidad Aumentada es un conjunto de dispositivos que añaden información virtual a la información física ya existente, es decir, añadir una parte sintética virtual a lo real. Esta es la principal diferencia con la realidad virtual, puesto que no sustituye la realidad física, sino que sobreimprime los datos informáticos al mundo real. [3] La combinación de la información obtenida desde distintas fuentes, mas aquella que podemos obtener del contexto gracias al uso de los sensores y componentes que están presentes en las nuevas generaciones de dispositivos móviles, proporcionan la piedra angular para la construcción de aplicaciones que hagan uso de la Realidad Aumentada [4]. Esta característica especial brindada por la RA, es explotada por el sistema facilitando rápidamente datos personales e información médica relevante para la toma de decisiones (como estado de salud, enfermedades, alergias, operaciones, grupo sanguíneo, etc.) al aumentar el identificador físico del individuo, con la finalidad de contribuir a la asistencia y primeros auxilios de personas que sufren un accidente o descompensación.

Para cumplir con su objetivo el sistema de tarjeta aumentada basada en conocimientos se conforma de: a) Identificador Físico como tarjetas, credenciales, chapas colgantes de empleo común que sirve para la identificación unívoca de una persona con sus datos personales b) Marcador, una imagen impresa que se superpone al identificador físico (tarjeta) que actúa como elemento activador del contenido virtual de información; aumentado de esta forma con el uso de tecnologías de Realidad Aumentada al identificador físico con datos Personales, información médica relevante en relación a los antecedentes de salud o datos de contactos del individuo. c) Dispositivo Móvil encargado de enfocar y reconocer al marcador del identificador físico a través de su cámara incorporada, y permitir la visualización de la información virtual aumentando al identificador físico (tarjeta) de la persona sobre la pantalla del mismo, d) Sistema de Categorización: suma información a la tarjeta aumentada en relación a la importancia de los antecedentes de salud del individuo, esta información se determina con el empleo previo de un sistema basado en conocimiento, que permite la clasificación en función de tres grupos que se detallan en la próxima sección. En la figura 1 se muestra conceptualmente cómo se encuentra conformado el Sistema

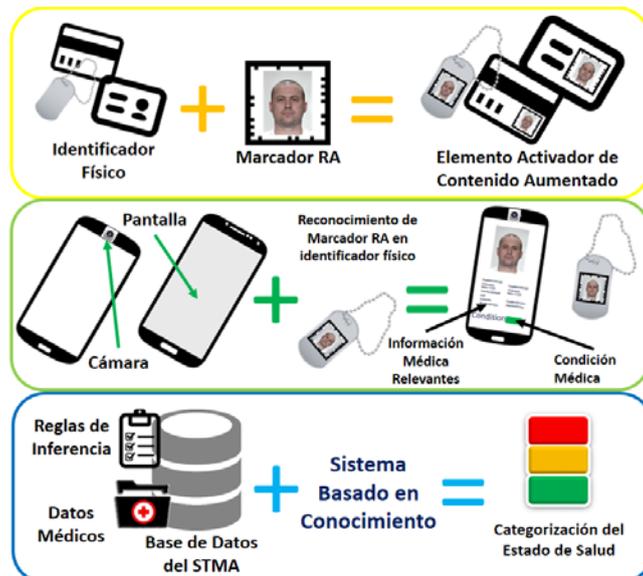


Fig. 1. Conformación del Sistema.

## 2 Sistema de Tarjeta Aumentada Basada en Conocimiento para la Asistencia en Emergencia Médica

El demostrador tecnológico del sistema se encuentra implementado en tres módulos funcionales que interactúan entre sí para cumplir con los objetivos del sistema. En la figura 2 se puede contemplar un diagrama conceptual de la estructura modular del sistema conformado por el: Módulo Web, el Módulo Móvil y el Módulo Principal. El Módulo Principal actúa como servidor entre el Módulo Web y el Módulo Móvil e incluye el sistema basado en conocimiento. Expone una API REST [5] desarrollada sobre Spring IO [6] y Apache Tomcat [7]. Aquí, se implementa el soporte de almacenamiento a través de una base de datos relacional con JDBC [8] con un ambiente de desarrollo MySQL [9]. El Módulo Web tiene como objetivo la carga de los datos médicos utilizando un formulario y generando un FrameMarker con la foto del individuo. Está desarrollado utilizando HTML en conjunto con JavaScript y librerías públicas como JQUERY [10] y Bootstrap [11], todo está soportado por un backend Java [12] a través de Apache Tomcat y Spring IO para conseguir flexibilidad. Finalmente, el Módulo Móvil manipula contenido tanto estático como los enriquecidos con realidad aumentada mediante una aplicación para dispositivos con sistema operativo Android, integrando funcionalidades del motor Unity3D [13] y el sistema de reconocimiento de Vuforia [14].

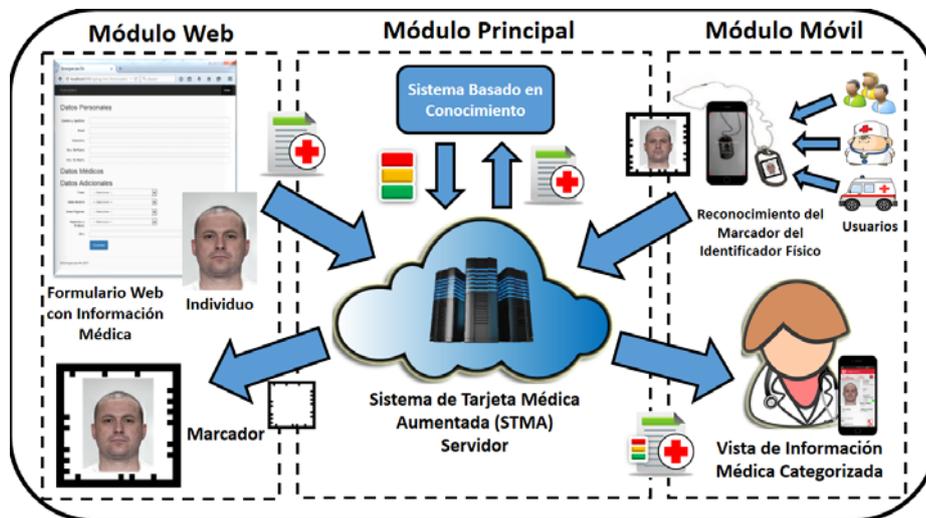


Fig. 2. Diagrama conceptual del Sistema.

En las siguientes subsecciones se detallarán cada uno de los módulos que conforman al Sistema de Tarjeta Aumentada Basada en Conocimiento para la Asistencia en Emergencia Médica.

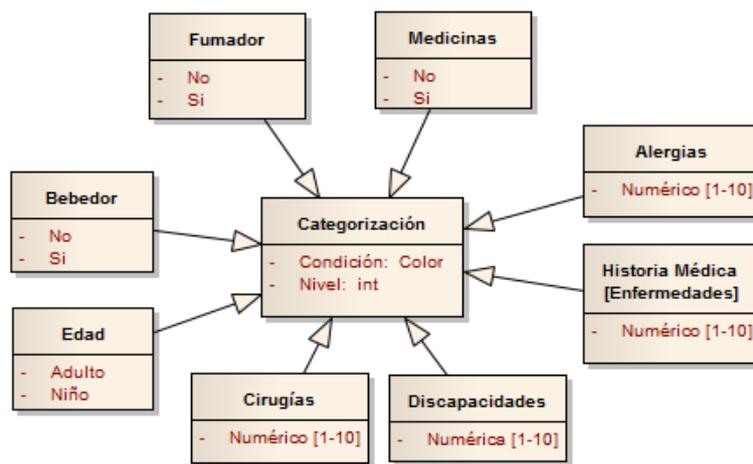
## 2.1 Módulo Principal - Aplicación Servidor y Sistema Basado en Conocimiento

Este módulo está comprendido por una RESTful API que actúa como backend brindando los servicios de creación, edición, registro, almacenamiento y descarga de formularios web con datos personales e información médica relevante de los diferentes individuos. Está integrado al sistema basado en conocimiento para la categorización del estado del individuo en función de sus antecedentes de salud, ya que actualmente los centros hospitalarios/servicios de asistencias en emergencias en la vía pública presentan la falencia de tener que trabajar “a ciegas” con los individuos que sufren un accidente o descompensación. A partir de esta problemática se presenta la necesidad de incorporar a las funcionalidades iniciales de aumentación de tarjetas un sistema basado en conocimientos que logre categorizar al individuo en función de sus antecedentes como enfermedades, operaciones realizadas, alergias, etc. y de esta forma contribuir a definir un estado de salud del mismo a partir de sus antecedentes significativos ya precargado. El estado de salud del paciente brindará una información de forma rápida a la persona que lo esté asistiendo, el cual será identificado en la aplicación móvil como el estado de salud. En la figura 3 se puede apreciar que el Sistema Basado en Conocimiento (SBC) toma como entrada el registro médico de un individuo, basado en una serie de reglas que permiten al motor de inferencia del SBC lograr categorizar al individuo, generando como resultado un estado y grado de salud identificado por colores (rojo, amarillo, verde) y niveles de criticidad en función de

los antecedentes vitales. Como resultado de la conceptualización de conocimientos se presenta el Mapa de conocimiento, ver figura 4, el que identifica los atributos que caracterizan los distintos factores a tener en cuenta para determinar la situación meta, representada por el estado de salud del individuo. En este orden los atributos que contribuyen para el modelo basal en desarrollo son: medicamentos de consumo, alergias, antecedentes médicos, discapacidades, operaciones o datos sobre adicciones y edad del paciente. Inicialmente se aplicó a los atributos que representan alergias, antecedentes médicos, discapacidades y cirugías una ponderación, representando el valor el grado de influencia del atributo, que será determinado por otra componente específica del sistema basado en conocimiento.



**Fig. 3.** Sistema Basado en Conocimientos



**Fig. 4.** Mapa de conocimientos de Categorización

## 2.2 Módulo Web - Aplicación de Carga de Datos

Este módulo le proporciona al usuario/médico de cabecera el servicio de ingreso de datos personales e información de antecedentes de salud relevante al sistema a través

de formularios web. Una vez completado este formulario es enviado al servidor del sistema quien lo registra y almacena en la base de datos. Posteriormente al registro se creará un FrameMarker (imagen utilizada como marcador para aplicaciones de Realidad Aumentada) en respuesta al usuario, el que podrá descargar y utilizar en el identificador físico (tarjeta, credencial, colgante de chapa) que actuará como disparador de la aplicación móvil, desplegando así la información que aumenta al identificador físico. En la Figura 2 lateral izquierdo se puede ver cómo está conformada la secuencia básica del ciclo de carga de datos médicos relevantes.

En la figura 5 puede verse un diagrama de despliegue que ilustra los componentes que están involucrados en la interacción entre la aplicación móvil y el servidor del Sistema. Esta aplicación se encuentra integrada por los componentes de creación de marcadores y contenidos (Marker Factory, Catalog Factory y Content Factory), el sistema de reconocimiento de marcadores (Marker Recognition System) y el componente Network Manager que proporciona un protocolo de comunicación entre la Aplicación Móvil y el Servidor STMA. Mientras que el servidor que aloja al Sistema de Tarjetas Médicas Aumentadas, está conformado por el Core quién interactúa con el Servidor de Base de Datos y los Controllers, que hacen nexo con el Navegador Web que sirve de medio para la creación y carga del contenido de los antecedentes de salud relevantes.

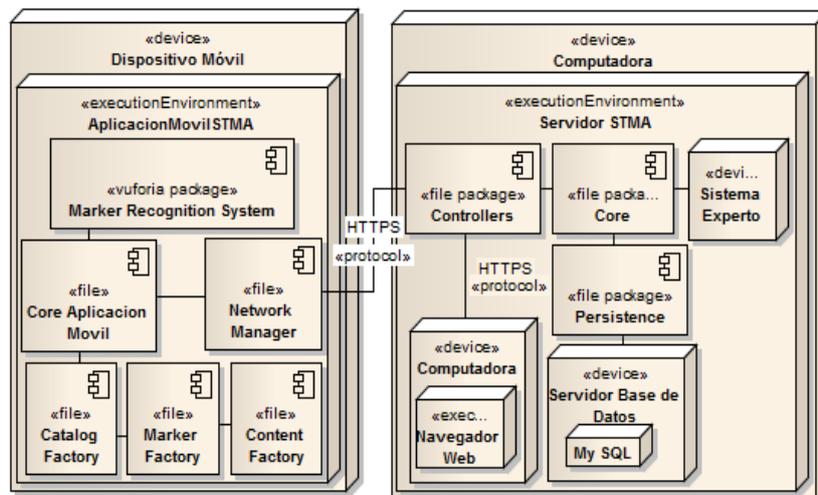


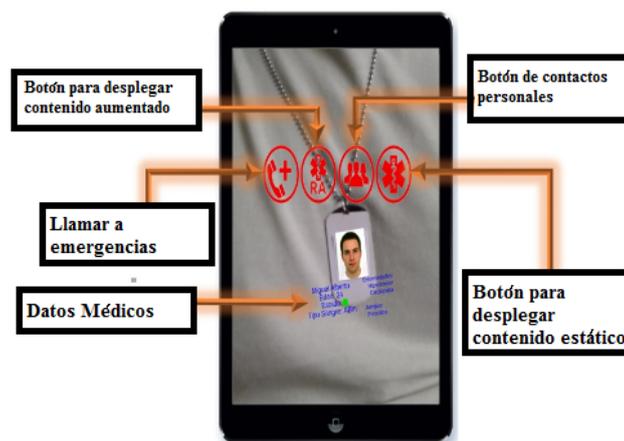
Fig. 5. Diagrama de despliegue del Sistema

### 2.3 Módulo Móvil - Aplicación para la Explotación del Contenido Aumentado

Este módulo está encargado del reconocimiento del marcador que posee el identificador físico del individuo al que se está auxiliando, representando el contenido aumentado de la aplicación en el mundo real. El funcionamiento de este módulo comprende la siguiente secuencia: 1) Si el usuario se encuentra registrado

previamente entre los historiales del servidor y posee marcador sobre su elemento de identificación físico (tarjeta) se procede a reconocer el mismo a través de la aplicación móvil. 2) Una vez reconocido el marcador, se envía una petición de descarga de contenidos al servidor del sistema. 3) Una vez completada la descarga de contenidos, la aplicación se encargará de desplegar datos personales útiles, información médica relevante y categoría del estado y nivel de salud del individuo, sobre la pantalla del dispositivo móvil de la persona que esté atendiendo al individuo. En la Figura 2 lateral derecho se observa el ciclo básico de explotación del contenido de información relevante de un determinado individuo.

La Figura 6 muestra a la aplicación móvil trabajando, donde se está enfocando el marcador sobre el elemento físico (chapa ID colgante) de un individuo. Se puede observar las opciones del contenido aumentado siendo desplegado en la pantalla del dispositivo.



**Fig. 6.** Vista de realidad aumentada en el Módulo Móvil.

Se puede observar en la figura anterior que esta aplicación utiliza realidad aumentada, las opciones de botones que se presentan sobre la pantalla del dispositivo son para: a) llamar al servicio de atención de emergencias, b) llamar a contactos del individuo, c) mostrar datos médicos relevantes del individuo, d) activar contenidos en forma estática (sin la necesidad de enfocar posteriormente al marcador), se presenta la información del individuo distribuida en tres secciones dentro de la aplicación, que se muestran en la figura 7, (de izquierda a derecha) la primera sección proporciona información acerca de datos personales del individuo (nombre, edad, tipo de sangre, alergias, condición de salud, enfermedades anteriores) y el resultado de clasificación del estado de salud realizado por el sistema basado en conocimientos que se indica con un círculo en este caso en rojo (antecedentes considerables). La segunda sección muestra antecedentes de salud del individuo, donde podemos ver los detalles acerca de enfermedades, cirugías, alergias, operaciones, etc. Finalmente, la tercera sección

contiene datos de carácter complementario, por ejemplo: Si una persona es un donador de órganos, si es fumador si posee alguna fobia, entre otros.

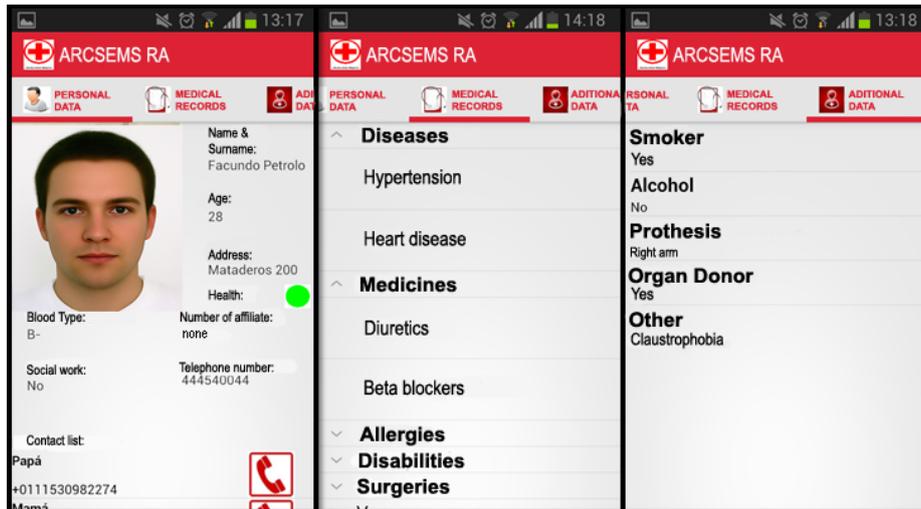


Fig. 7. Vista de las tres secciones de información del Módulo Móvil.

### 3 Resultados y pruebas preliminares

Se enuncia en esta sección las pruebas preliminares realizadas. En el mes de diciembre del año 2015 se convocó a un grupo de estudiantes de la carrera de medicina de la Universidad Nacional de La Matanza quienes se encargaron de reconocer marcadores y visualizar información médica relevante de un conjunto de individuos precargados en el sistema web a través de una versión inicial de la aplicación móvil. Luego se realizó una encuesta para evaluar el grado de usabilidad, tiempo de respuesta, innovación e interfaz intuitiva que brindaba la aplicación. Se obtuvieron resultados satisfactorios los cuales fueron publicados en [15]; los que se pueden visualizar en la Figura 8. Una segunda instancia de pruebas preliminares del demostrador tecnológico del sistema en su versión inicial fue llevada a cabo en WICC 2016 [16], presentando la misma encuesta a los participantes del evento, en la Figura 9 se puede apreciar los resultados de la misma.

### Encuestas a alumnos de Medicina

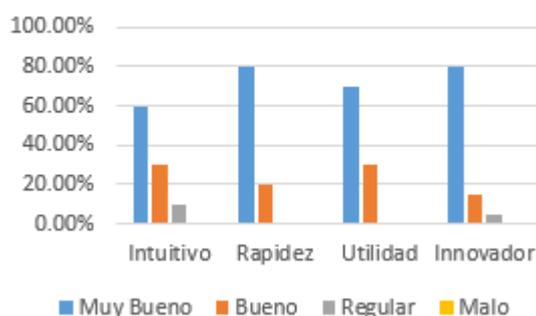


Fig. 8. Encuesta a estudiantes de Medicina

### Encuestas a alumnos en WICC 2016

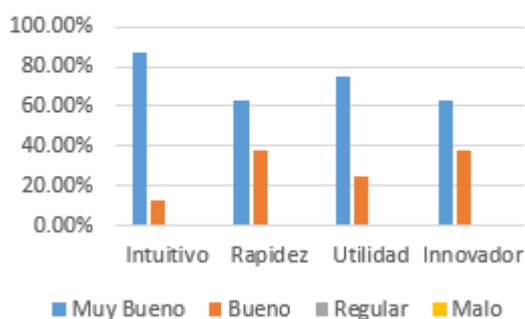


Fig. 9. Encuesta a estudiantes en WICC 2016

## 4 CONCLUSIÓN

El Sistema contribuye a la asistencia de personas que se encuentra en situaciones de emergencia, proporcionando información de sus antecedentes significativos y una categorización primaria de la persona en función de estos. Su empleo futuro contribuirá mejorar la eficiencia y calidad, de la atención a personas ante situaciones de emergencia o descompensación, proporcionando información de carácter relevante para que esta pueda ser consultada con rapidez a través del uso de la tecnología de Realidad Aumentada, permitiendo ayudar al personal médico a tener una primer impresión del paciente. Los desarrollos futuros están destinados a expandir la funcionalidad del sistema incluyendo capacidades futuras al integrar sensores que reporten opcionalmente parámetros del individuo (presión, pulsaciones, sudor, etc) , integrados a través de su dispositivo móvil el que reportará frente a una variación

significativa o tendencia de interés no solo una alerta, sino también actualizará el estado y nivel de salud en el sistema.

## 5 Agradecimientos

Este trabajo es financiado en el marco PROINCE del Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas (DIIT) de la Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM), en función del requerimiento inicial planteado por Prof. Dr. Daniel Eduardo Martínez.

## 6 References

1. Gisselle Rey Salazar, Alex García Araya: Sistema Experto para determinar tipo de diabetes. pp.290-294. (2007);
2. Manresa Yee, M. Abásolo, R Más Sansó and M Véneré.: Realidad virtual y realidad aumentada. Interfaces avanzadas. (2011)
3. Jorge Mario Gaviria Hincapiel, Guillermo Alonso Castaño Perez, Byron PortillaRosero, Jose León Sierra Ospina: SLD203 Realidad Aumentada En el Tratamiento de las Enfermedades Mentales y las Adicciones. XV edición de la Convención y Feria Internacional Informática (2013)
4. Pablo J. Iuliano, Claudia A. Queiruga, Francisco J. Diaz: UNLP Aumentada: Desafíos y Retos. In: Biennial Congress of Argentina (ARGENCON), 2014 IEEE pp. 43-18. (2014)
5. APIRest, <http://www.restapitutorial.com/lessons/whatisrest.html>.
6. Spring IO, <https://spring.io/>
7. Apache Tomcat, <http://www.tomcat.apache.org/>
- 8.JDBC, <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/jdbc/index.html>
9. MySQL, <https://www.mysql.com/>
10. JQUERY, <https://jquery.com/>
11. Bootstrap, [getbootstrap.com](http://getbootstrap.com)
12. Java, <https://www.java.com/>
13. Unity3D, <http://unity3d.com/es>
14. Vuforia, <https://developer.vuforia.com/>
15. Jorge Salvador Ierache, Santiago Igarza, Nicolas Verdicchio, Nicolás Duarte Duarte, Nahuel Mangiarua, Diego Sanz, Jonathan Barth, Cristian Montalvo and Facundo Petrolo: Augmented Reality Card System for Emergency Medical Services, International World-Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering (IWBBIO) (2016)
16. Verdicchio, Nicolás Nazareno, Sanz, Diego Rubén, Barth, Jonathan, Montalvo, Cristian, Petrolo, Facundo, Mangiarua, Nahuel Adiel, Igarza, Santiago, Ierache, Jorge Salvador: Líneas de investigación de realidad aumentada aplicada a la asistencia médica en el campo de la emergentología, Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (2016) <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/53035>