

Aplicación Web para Telemedicina Rural

Solarz P¹, Rotger V², Medina Ruiz L¹, Salas A¹

¹Instituto de Bioelectrónica. Facultad de Medicina. Universidad Nacional de Tucumán

²Departamento de Bioingeniería, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán

Resumen.

Uno de los mayores desafíos de los países en desarrollo es el de la salud pública, y en particular, la accesibilidad a la misma en las áreas rurales donde, si bien se han hecho esfuerzos, en muchos casos, por proveer equipamiento biomédico, persiste una carencia notable de recursos humanos. En este trabajo se presenta una aplicación web de telemedicina que permite interconsultas virtuales entre agentes de salud, que hacen uso de un registro electrónico multimedia del paciente además de canales directos de comunicación. La aplicación web orientada principalmente a teleconsultas rurales tiene dos partes fundamentales, una historia clínica ad hoc y un sistema de interconsultas que funciona de manera sincrónica o asincrónica, con el que los agentes de salud realizan conferencias. Mediante la aplicación, se pretende mejorar la accesibilidad de la población alejada, dando equidad y evitando traslados costosos e innecesarios, ayudando a diagnósticos tempranos, tratamientos precoces, derivaciones oportunas y adecuadas.

Palabras clave

Telemedicina, Informática Médica, Arquitectura multicapa

1 Introducción

La salud pública es uno de los principales retos de países en vías de desarrollo. Contar con recursos tanto materiales como humanos, para resolver los principales problemas de salud de una población, es un objetivo difícil de lograr. En muchos casos la aplicación de tecnología económica, fácil de utilizar, accesible tanto para el paciente como para el médico puede contribuir al logro de este objetivo. Sobre todo en zonas rurales o urbanas marginadas [1]. La Telemedicina ha sido utilizada desde hace más de 50 años para este fin. [2]

En Tucumán a partir del año 2006 el Departamento de Bioingeniería de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología y el Instituto de Bioelectrónica de la Facultad de Medicina, ambos de la Universidad Nacional de Tucumán, han realizado proyectos para introducir la Teleme-

dicina en el Sistema Provincial de Salud (SIPROSA) [3],[4]. Con el objetivo de mejorar la accesibilidad de la población alejada, dando equidad y evitando traslados costosos e innecesarios, ayudando a diagnósticos tempranos, tratamientos precoces, derivaciones oportunas y adecuadas.

En este trabajo se presenta una aplicación web de telemedicina que permite interconsultas virtuales entre agentes de salud, que hacen uso de un registro electrónico multimedia del paciente además de canales directos de comunicación.

La aplicación web orientada principalmente a teleconsultas rurales tiene dos partes fundamentales, una historia clínica *ad hoc* y un sistema de interconsultas que funciona de manera sincrónica o asincrónica, con el que los agentes de salud realizan conferencias. Tanto la historia clínica como el sistema de interconsultas son multimedia. La aplicación, está en uso como prototipo, se encuentran en desarrollo temas como seguridad y confidencialidad de la información.

La historia clínica cumple con las necesidades impuestas por los especialistas consultores (dermatólogos, cardiólogos, etc.) para satisfacer sus necesidades de información respecto de la interconsulta desde hospitales rurales y centros de atención primaria de salud. La historia clínica contiene esencialmente datos demográficos, motivos de consultas, antecedentes familiares y personales, presunciones diagnósticas, recomendaciones y evoluciones, con diferentes perfiles. También contiene información proveniente de los estudios complementarios para los que desarrollamos las características multimedia. No pretende generar un registro electrónico único de los pacientes, sino resolver en función de las interconsultas realizadas a través de las conferencias.

Las conferencias (o interconsultas) se realizan entre dos o más agentes de salud. Consiste en un canal de chat, VoIP y un panel donde se vuelcan porciones de la historia clínica que van a ser compartidas por todos los conferencistas. El resultado de la interconsulta puede generar una orientación diagnóstica, la necesidad de ampliación de información o un traslado.

2 Caracterización general de la aplicación

En la figura 1 se presenta un esquema del uso de la aplicación web. Los actores típicos del sistema son: Paciente y Agente Sanitario por el

lado del Hospital rural, que requieren al sistema el servicio de asistencia entregando información sobre la dolencia del paciente. Por otro lado el Especialista, que desde hospitales centrales o desde cualquier dispositivo por el que pueda acceder a la web aporta su punto de vista como consultor, basado en el intercambio de información.

Respecto de la información que se ingresa, una parte proviene de los datos que se cargan en los hospitales rurales sobre formularios web, diseñados por referentes de cada especialidad presente en la aplicación. Otra parte proviene de la salida de equipos de diagnóstico, de diferente característica, que se integra a la información sobre el paciente (datos personales, clínicos, etc.) que formará la base de intercambio entre los actores.

Caracterización de las interfaces de usuario.

La función principal de la aplicación es la de interconsulta virtual con especialistas, razón por la cual son los propios especialistas los que especifican el contexto necesario a la consulta mediante un conjunto de información sobre el paciente, elaborado en base a su propia experiencia en estos casos. Cada especialidad tiene su conjunto propio de información, compartido parcialmente con otras. Así, los especialistas son los diseñadores de su interfaz y datos. Esto genera múltiples diseños, tanto en las interfaces como en los datos requeridos, con la característica adicional de que la experiencia de uso de la aplicación genera cambios en esos diseños.

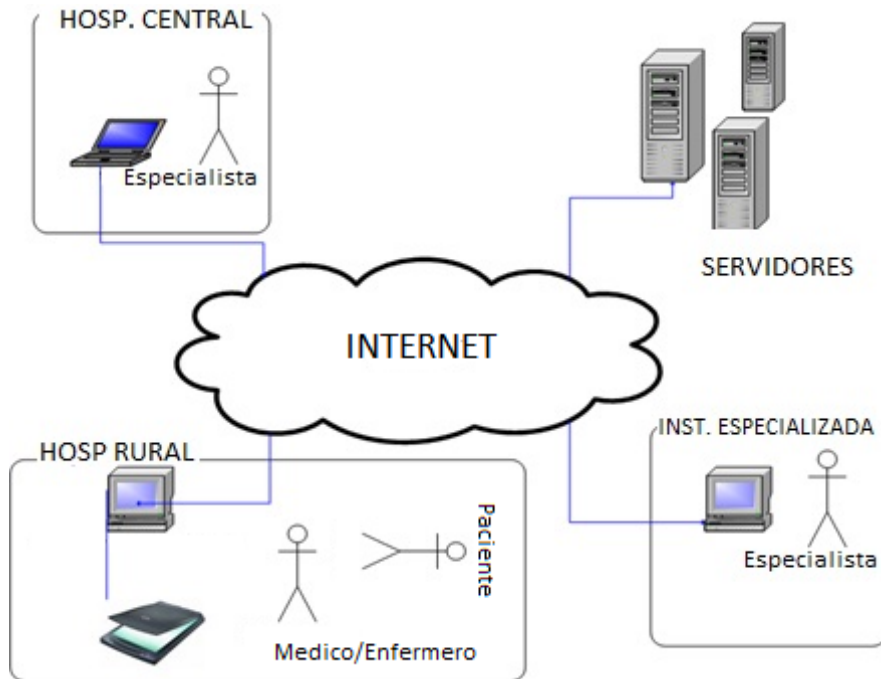


Figura 1: Esquema de la aplicación web

Caracterización del equipamiento biomédico.

Al hacer un análisis del parque tecnológico distribuido en los distintos centros asistenciales del Sistema Público de Salud, situados en el interior de la provincia, se puede apreciar que coexisten diferentes “generaciones”, se advierte que algunos equipos tienen una salida digital y otros no. [5] Desde ese punto de vista podemos caracterizarlos de la siguiente manera:

- Equipos sin salida digital, a los cuales hay que adaptarles, en los casos en que por sus características sea factible, un conversor analógico/digital para procesar su salida en una computadora.
- Equipos con salida digital pero que requiere de software propietario (y algún agregado de hardware en algunos casos) para enviar los datos a una PC o interpretar un formato no publicado, o también desencriptar los archivos generados.

- Equipos con salida digital que permiten la libre disponibilidad de los archivos generados como resultado de los estudios realizados a los pacientes.

La aplicación entonces debe adaptarse a diferentes orígenes: señales digitalizadas (señales de ECG), imágenes provenientes de scanners (registros de ECG impresos), fotografías digitales (principalmente en el caso de dermatología), y archivos en otros formatos estandarizados (DICOM).

3 Arquitectura de software

Para satisfacer los requisitos impuestos por diferentes especialidades que observan los datos del paciente desde su propio lugar, las características multimedia de la información y una dinámica de cambio importante impuesta principalmente por las nuevas especialidades se desarrolló una aplicación web en varias capas, basada en la propuesta para J2EE [6] que sintetizamos en la figura 2.



Figura 2: Arquitectura del Software

Los bloques en línea punteada están en proceso de desarrollo y tienen el objetivo de dotar de mayor flexibilidad a la aplicación ante la incorporación de nuevos requisitos.

En la figura 2 se observan los dos aspectos más importantes del sistema, el de gestión de datos clínicos multimedia del paciente, a la izquierda, y el de conferencias, a la derecha.

La parte superior representa las vistas tanto las diseñadas por los respectivos especialistas como la de conferencia, que contiene chat, un vínculo a un canal de VoIP, y las partes de la historia clínica involucradas en la interconsulta. Administrando esas vistas están los módulos de control, uno para cada vista especializada y un integrador, que además maneja la información multimedia.

Más abajo están los módulos que administran la persistencia, tanto de historia clínica, como de las interconsultas.

La tecnología usada por capa se muestra en la figura 3.

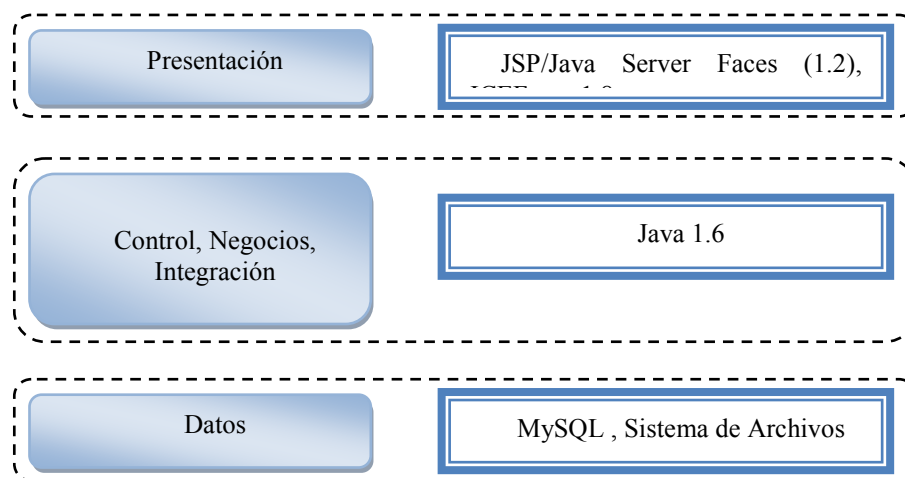


Figura 3: Tecnología de capas de la aplicación

Más específicamente, las vistas especializadas están compuestas por subpaneles propios del tipo jsp, generados por cada especialidad, que se instancian de acuerdo a estas y JavaBeans que actúan como controladores de cada uno más paneles integradores que son generales, es decir,

no dependen de la especialidad. La figura 4 muestra un esquema ejemplificando un caso de dermatología.

Los paneles integradores, que también combinan jsp y JavaBeans, reúsan las vistas específicas en diferentes situaciones, particularmente en la administración de la información del paciente y en las conferencias.

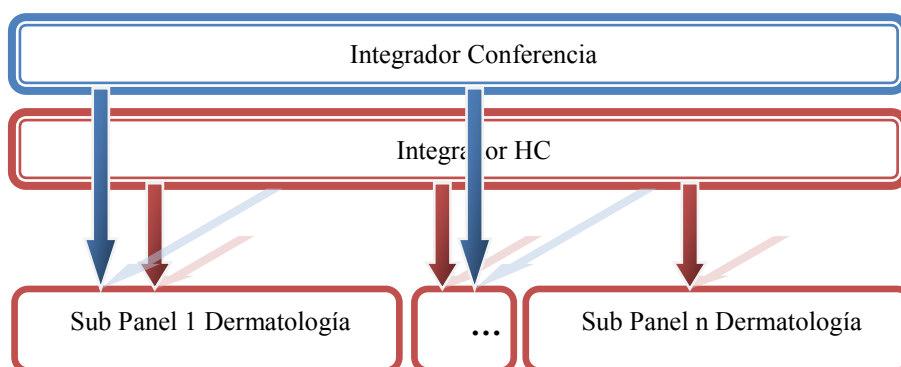


Figura 4: Esquema de presentación para dermatología

4 Caso de interconsulta

La dermatología fue la primera especialidad abordada en el ámbito rural. Esta elección se debió a diferentes factores: la carencia de dermatólogos en el área rural, una gran cantidad de patologías dérmicas, facilidades tecnológicas para adquirir información relevante (cámara fotográfica), un mínimo entrenamiento para su uso con este objetivo y estándares no muy estrictos [7]. En la experiencia realizada se ha tenido muy buena aceptación entre los médicos del área rural y los dermatólogos especialistas.

Presentamos a continuación un escenario que ejemplifica una interconsulta dermatológica, con las interfaces correspondientes.

El objetivo es que un médico de un hospital central (MHC) asista en la valoración diagnóstica y proponga un tratamiento al paciente, basado en la información que el médico de hospital rural (MHR) ingresó en el RCP y en lo que se expone en la conferencia.

Particularmente es una consulta acerca de una patología dérmica, originada en la localidad de Ranchillos, Provincia de Tucumán, ubicada

a 25 Km de la Capital. Los especialistas consultados son de la cátedra de dermatología de la Facultad de Medicina de la UNT, que cuenta con un servicio de la especialidad en el Hospital Avellaneda en San Miguel de Tucumán. La interconsulta se realiza de manera virtual, mediante el sistema.

Se presenta el caso ejemplo mediante una secuencia de pasos.

Paso 1:

El médico del Hospital Rural, introduce datos y fotografías de las lesiones desde los formularios como se muestra en las figuras 5 y 6, las que muestran dos formularios diferentes, correspondientes a la gestión de RCP.

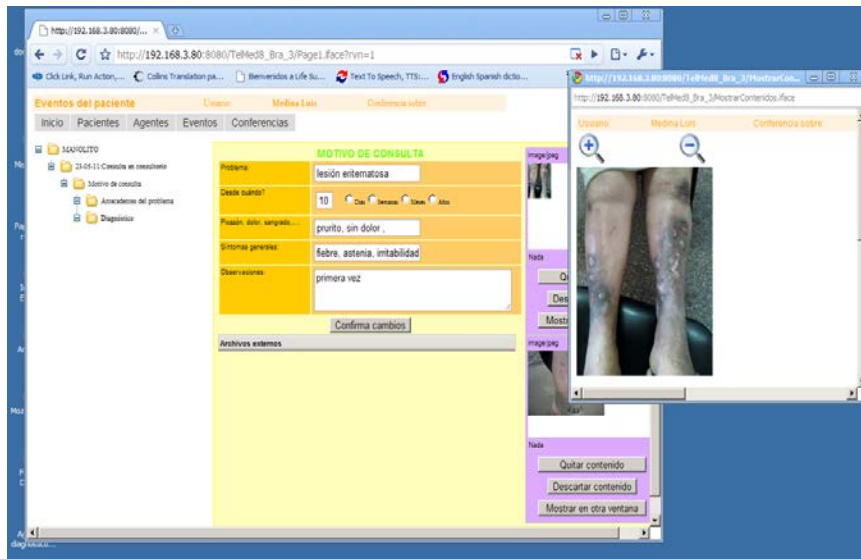


Figura 5: Formulario Registro Clínico de Pacientes

En estos formularios, el MHR, en contacto con el paciente, introduce en el RCP, motivos de la consulta, imágenes de la lesión, antecedentes del paciente derivados de la entrevista.

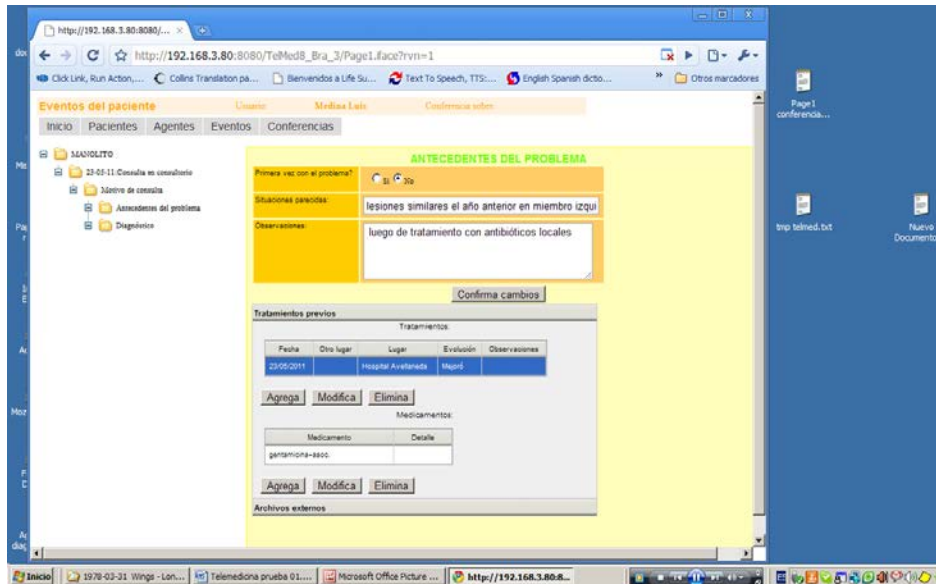


Figura 6: Formulario Registro Clínico de Pacientes

Paso 2:

Posteriormente, invita a conferencia a un médico (o varios) de la especialidad sobre la cual quiere consultar (figura 7), en particular para el ejemplo, invita a un médico de un Hospital Central (MHC) con cátedra de dermatología.

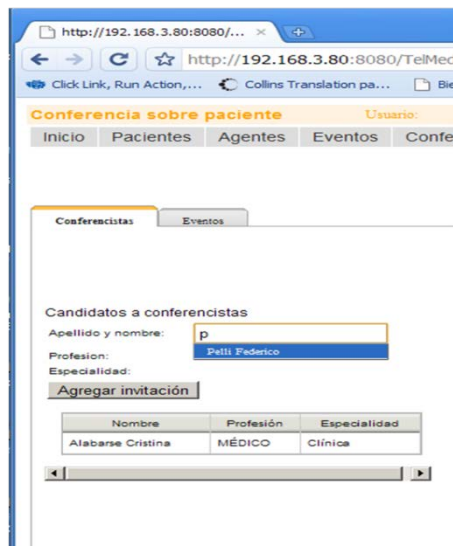


Figura 7: Invitación a Conferencistas

La invitación se pueden hacer en cualquier momento y no hay límite de conferencistas, no hace falta que el conferencista invitado este en ese momento en línea, la invitación puede ser sincrónica o asincrónica. Si es necesario que los conferencistas estén ingresados en el Sistema, previamente.

Paso 3:

Cuando un conferencista invitado, accede al sistema, se presentan como opciones las conferencias en las que está participando y las nuevas invitaciones. Un ejemplo de esto es la página de ingreso al sistema del conferencista de un Hospital Central, que se muestra a la derecha, en la figura 8, donde se muestra además la pantalla del MHR.

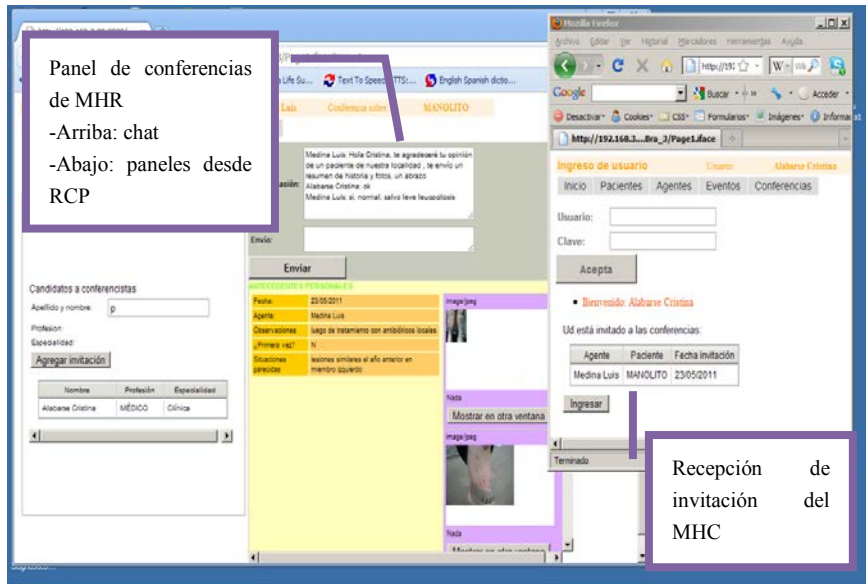


Figura 8: En el navegador de la izquierda, panel de conferencia del médico de hospital rural. En el de la derecha, la recepción de invitación a conferencias por el médico de hospital central.

Paso 4:

En la figura 9 se muestran las pantallas de ambos MHR y MHC en conferencia.

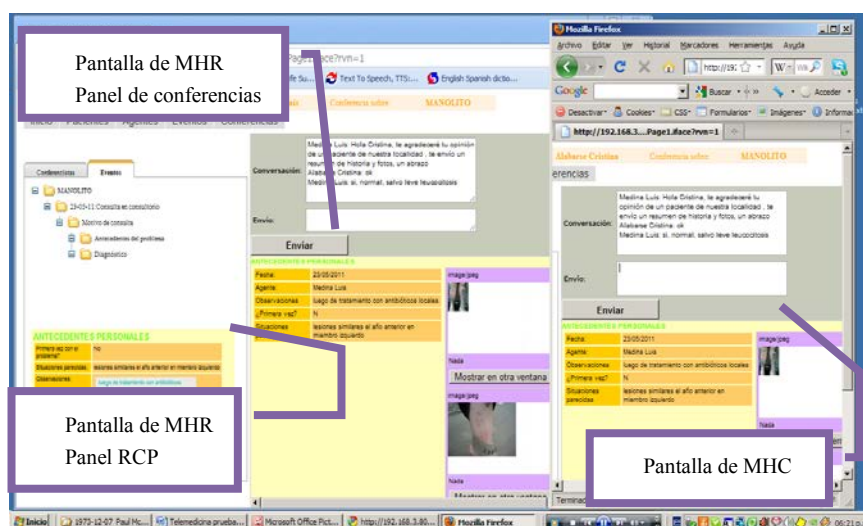


Figura 9: Pantallas de ambos conferencistas

La parte derecha de cada pantalla muestra la conferencia, que es la misma en ambos casos y se actualiza cada vez que un conferencista envía información del paciente desde el RCP a la conferencia. Además, como la conferencia es persistente, cualquier conferencista invitado, ingresando en cualquier momento, accederá al total de la conferencia

5 Conclusiones

Las características de accesibilidad a internet en la zona rural de Tucumán es bastante dispar, pero en general con un ancho de banda sensiblemente inferior a la Capital. Eso generó algunas dificultades cuando los archivos de fotografías eran de tamaño superior a 4 MBytes. Realizamos pruebas con módems 3G en lugares donde otras alternativas de acceso a internet son inexistentes o de muy baja calidad y los resultados fueron aceptables.

Si bien la aplicación está preparada para adaptarse en función de la especialidad presente en la interconsulta, uno de los desafíos más importantes es el de compatibilizar los aspectos comunes a más de una especialidad evitando redundancia de información. Este aspecto se está encarando a través de la generación de un modelo de información al estilo de openEHR[10] y un conjunto de archivos con metadatos que permitan configurar la información dinámicamente (al estilo de arquetipos) según la especialidad.

Otro aspecto en progreso es la incorporación de información de equipos de imagenología existentes en el área rural, particularmente equipos de rayos X y de ecografía. En estos casos se han hecho progresos importantes desde el punto de vista de la digitalización, superando la opinión de los expertos, aunque la mayor dificultad está en el cumplimiento de estándares como DICOM teniendo como punto de partida equipos de generaciones antiguas.

Un párrafo aparte merece la característica con la que se desarrolla esta aplicación. El tronco central planteado en la arquitectura está desarrollado por un pequeño grupo de docentes de la Universidad Nacional de Tucumán. Alrededor de esto se generan proyectos finales de carreras de ingeniería (particularmente Computación y Biomédica) en temas tales como: agregar VoIP, archivos DICOM, interfaces para smartphones, etc.

Por último, la aplicación desarrollada ya fue usada en casos reales y aunque tiene aún características de prototipo, ya que en esta primera etapa, se han dejado de lado aspectos no funcionales tales como confidencialidad, performance y superficialmente seguridad, ha cumplió satisfactoriamente el objetivo de evitar traslado de pacientes.

Referencias

1. Sergio Litewka. Telemedicina: Un desafío para América Latina. *Acta Bioethica* 2005; 11(2)
2. Rashid L Bashshur, and Gary W Shannon. *History of Telemedicine. Evolution, Context, and Transformation*. New Rochelle, NY: Mary Ann Liebert, Inc., 2009
3. Pablo F. Solarz, Viviana I Rotger, Luis Medina Ruiz (2009) "Prototipo web para telemedicina" *Proceedings del XVII Congreso Argentino de Bioingeniería y VI Jornadas de Ingeniería Clínica, SABI 2009*. ISSN 1852-6292.
4. V I Rotger, P F Solarz, L M Ruiz, A Salas, M C García Mena and J M Olivera. *Teledermatology: an experience in Tucumán*. *Journal of Physics: Conference Series* Volume 332 conference 1. 2011.

5. Rotger VI, Rocha LA, Olivera JM y Herrera MC. "TELEMEDICINA EN EL SISTEMA PROVINCIAL DE SALUD DE TUCUMÁN" 2º JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LAS FACULTADES DE INGENIERIA DEL NOA 19 y 20 de octubre de 2006. Catamarca. Argentina.
6. <http://docs.oracle.com/javase/6/tutorial/doc/bnaay.html#bnabl>
7. Practice Guidelines for Tele dermatology December 2007.
http://www.americantelemed.org/files/public_standards/Telederm_guidelines_v10final_withcover.pdf
8. Hon Pak, MD; et al Store and Forward in Tele dermatology
<http://emedicine.medscape.com/article/1130993> Última entrada: 10/05/2012
9. 2004 Primer estudio de Tele dermatología en México. Una nueva herramienta de salud pública Gaceta Médica de México. Academia Nacional de Medicina de México, A.C. 14 (1)
10. openEHR, Information Model.
http://www.openehr.org/svn/specification/TRUNK/publishing/architecture/rm_ehr_im.pdf
11. openEHR, Archetype Model.
http://www.openehr.org/svn/specification/TRUNK/publishing/architecture/am_archetype_principles.pdf

Datos de Contacto

Pablo Solarz, Instituto de Bioelectrónica. Facultad de Medicina. Universidad Nacional de Tucumán, E-mail: pablosolarz@gmail.com,

Viviana Inés Rotger, Departamento de Bioingeniería, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, E-mail: vrotger@herrera.unt.edu.ar

Luis Medina Ruiz, Instituto de Bioelectrónica. Facultad de Medicina. Universidad Nacional de Tucumán, E-mail: Imedinaruiz09@gmail.com.

Alberto Antonio Salas, Instituto de Bioelectrónica. Facultad de Medicina. Universidad Nacional de Tucumán, E-mail: aasalas@gmail.com.