Plataforma web responsive de telemedicina con videoconferencia para el seguimiento de pacientes con VIH desde sus terminales móviles

C. Cáceres-Taladriz[1,2], D. Vaillo[2], P. Chausa[1,3], A. León[4], F. García[4], E.J. Gómez[1,3]

[1] Grupo de Bioingeniería y Telemedicina, ETSI Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, {ccaceres,pchausa,egomez}@gbt.tfo.upm.es

[2] Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles, España, cesar.caceres@urjc.es, d.vaillo@alumnos.urjc.es

[3] Centro de Investigación Biomédica en Red en Bioingeniería, Biomateriales y Nanomedicina (CIBER-BBN), Madrid, España

[4] Servicio de Enfermedades Infecciosas, Hospital Clínic, Barcelona, España, {aleon,fgarcia}@clinic.ub.es

Resumen

El seguimiento de pacientes con VIH requiere continuas visitas al especialista y un control riguroso de la medicación. El sistema Hospital VIHrtual se implantó en el Hospital Clínic en rutina clínica en 2007, siguiendo actualmente a 300 pacientes con VIH de forma remota. Hoy en día, gracias a las tecnologías web responsive se pueden desarrollar aplicaciones web que se adapten fácilmente a terminales móviles. La demanda de los pacientes que utilizaban el Hospital VIHrtual para poder realizar las consultas desde su móvil era creciente y dio lugar al proyecto que se presenta en este artículo: una plataforma web responsive que adapta las funcionalidades del sistema existente y permite realizar videoconferencias entre los profesionales sanitarios y sus pacientes, que en breve será evaluada en un ensayo clínico.

1. Introducción

En la actualidad no existe ninguna vacuna contra el VIH, por lo que los pacientes deben controlar la infección mediante una potente combinación de fármacos antirretrovirales (ARV) [1]. Gracias a esta terapia ARV se ha aumentado la supervivencia de los pacientes con VIH de manera drástica desde 1997, pero ésta requiere un estricto control médico y una buena adherencia por parte del paciente. Este seguimiento implica la realización de una serie de analíticas para determinar la carga viral (nivel de virus en sangre) y el número de CD4 (estado del sistema inmunitario), así como una visita periódica al especialista para comprobar si el tratamiento está funcionando y controlar los posibles efectos secundarios de la medicación.

Desde 2007 el Hospital Clínic de Barcelona viene utilizando un novedoso sistema de telemedicina para el seguimiento y control de pacientes VIH, llevando en la actualidad a más de 300 pacientes de forma remota (un 10% de los cerca de 3000 pacientes con VIH que visitan este centro) mediante este Hospital VIHrtual [2]. Además, desde 2011 se emplea el sistema también para la totalidad de los pacientes del Servicio de Enfermedades Infecciosas del hospital, pasando a ser el sistema de gestión clínica de este departamento, totalmente integrado con el HIS utilizado en el centro (perteneciente a SAP). Este sistema fue desarrollado y evaluado por el Grupo de Bioingeniería y Telemedicina de la Universidad Politécnica de Madrid, y lo comercializa la empresa Tesis Medical Solutions.

El avance de las aplicaciones para terminales móviles [3], y la aparición de las denominadas web responsive [4] ha hecho que se plantee la posibilidad de diseñar un nuevo sistema que aproveche las ventajas de las nuevas tecnologías para dotar de movilidad a este sistema. En este artículo se describe esta nueva plataforma web para el seguimiento de pacientes con VIH mediante sus teléfonos móviles, actualmente en evaluación.

2. Descripción de la plataforma

Los requisitos del sistema venían determinados por el sistema existente (Hospital VIHrtual), aunque se aprovechó para introducir ciertas mejoras. Las funcionalidades contempladas en esta primera versión de la plataforma han sido las siguientes:

- Gestión de usuarios: control de acceso, definición dinámica de permisos y perfiles de usuario y roles.
- Gestión de la Historia Clínica Electrónica.
- Gestión de citas.
- Videoconferencia.
- Comunicación por mensajes.

Para el desarrollo se han utilizado las últimas tecnologías web, basando la plataforma en HTML5, con hojas de estilo CSS3 y JavaScript, así como PHP y una base de datos MySQL. Varios frameworks y librerías han facilitado el desarrollo, utilizando Ajax, SIPml5, Bootstrap, jQuery y OWL Carousel para diversas funcionalidades. Al tratarse de una aplicación web (cliente-servidor) se ha empleado el patrón modelo-vista-controlador (MVC) para el desarrollo de la arquitectura software, y se han tenido en cuenta todas las directrices de diseño para todos para hacer una plataforma accesible y usable. También se ha puesto especial cuidado en evitar las principales vulnerabilidades que una aplicación web puede presentar, como son: SQL Injection, Cross Site Scripting, Remote File Inclusion o Session Hijacking.

En la Figura 1 se puede observar la interfaz que presenta la plataforma en un terminal móvil de un profesional. A la izquierda una captura de la pantalla de los historiales clínicos, y a la derecha un ejemplo de cómo el menú emergente ahorra espacio en un terminal móvil.

Figura 1. *Ejemplo de menú emergente en un terminal móvil*

A continuación se describen en mayor detalle los módulos principales de la plataforma:

2.1. Módulo de gestión de usuarios

Especial énfasis se ha hecho en la gestión personalizada de los usuarios de la plataforma, dividiéndolos en 4 roles principales: Pacientes, Personal sanitario, Personal administrativo y Administradores del sistema. Se quería dar una gran flexibilidad para poder personalizar los permisos de cada usuario, por lo que el Administrador puede crear tantos perfiles como crea necesarios en cada rol, con diversos permisos para ver o modificar las distintas secciones de la plataforma.

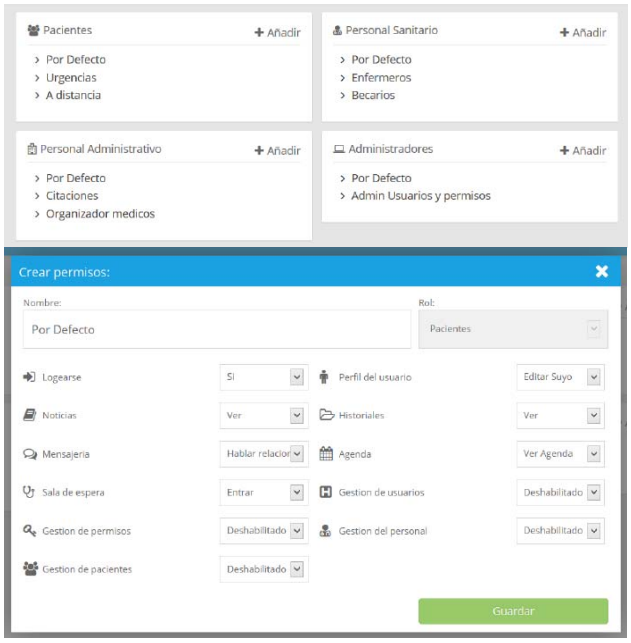

Figura 2. *Roles de usuarios y edición del perfil por defecto del rol Pacientes, con todos sus posibles permisos*

En la Figura 2 se pueden ver dos pantallas, una con los distintos roles y perfiles y otra con la edición de uno de esos perfiles para modificar sus permisos.

La gestión de los profesionales sanitarios incluidos en la plataforma, así como de los pacientes que tienen asignados también se ha contemplado para tener almacenados todos sus datos personales y poder consultar en todo momento los mismos. Los horarios de trabajo de los profesionales también se incluyen para poder gestionar sus agendas y poder dar citas para las consultas (presenciales o por videoconferencia).

2.2. Módulo de gestión de HCE

Los profesionales sanitarios que tengan establecidos los permisos necesarios tendrán acceso a este módulo, desde el que podrán gestionar las historias clínicas de los pacientes que tengan asignados. De esta forma podrá tener a la vista durante la consulta (presencial o por videoconferencia) toda la información necesaria para la misma. Podrá generar un nuevo informe evolutivo, ver las últimas analíticas y tratamientos, así como escribir un mensaje al paciente o darle una cita. También se ha creado un servicio de alertas para poder incluir mensajes sobre el paciente que aparecerán en cuanto su historia se abra y que pueden estar dirigidos a una persona en concreto o a un perfil determinado de usuario (por ejemplo, un aviso al personal administrativo para que si tienen que llamar al domicilio del paciente no digan nada sobre su enfermedad).

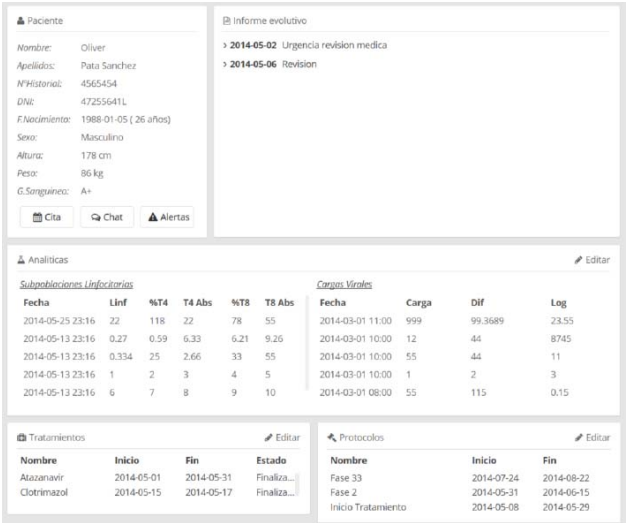

Figura 3. *Vista del profesional de la historia clínica de un paciente desde un terminal PC*

2.3. Módulo de sala de espera

La sala de espera (sala inicial antes de entrar a consulta) consta de dos vistas: una para los profesionales, en la que se muestra el listado de pacientes citados para el día actual, con acceso a la consulta virtual, y otra para los pacientes, con información sobre la cita, acceso directo a su informe evolutivo y al histórico de medicación, así como a un espacio para escribir notas que podrá ver durante la consulta, incluso compartirlas con su médico.

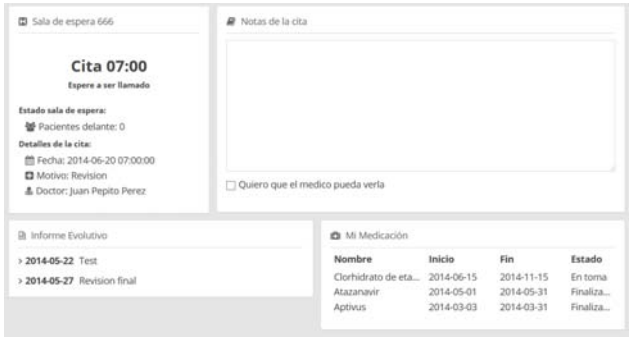

Figura 4. *Sala de espera de un paciente*

2.4. Módulo de videoconferencia

Este módulo se basa en la API de SIPml5 para establecer la comunicación con un servidor SIP que permite crear un canal bidireccional para realizar la videoconferencia. La llamada siempre será iniciada por el profesional sanitario, que tendrá acceso desde su navegador web a la información de la visita y una ventana con la videoconferencia con el paciente (ver Figura 5).

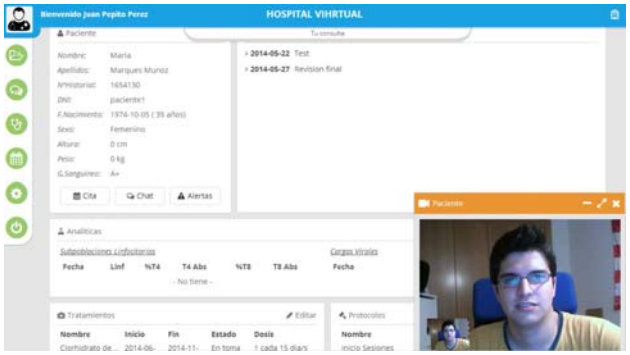

Figura 5. *Vista del profesional de una videoconferencia con un paciente*

El paciente será el que habitualmente emplee el terminal móvil para realizar la visita, y la vista desde la sala de espera, una vez aceptada la llamada, será la mostrada en la Figura 6.

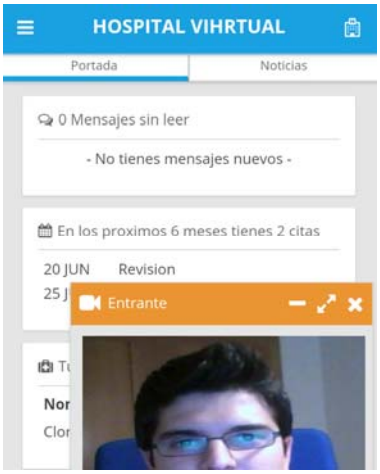

Figura 6. *Vista del paciente de una videoconferencia desde un terminal móvil*

2.5. Módulo de gestión de citas

La plataforma permite la gestión de las agendas de los profesionales sanitarios, teniendo en cuenta los horarios que desde el Administrador se establezcan. De esta forma el paciente podrá pedir una cita, y los usuarios que tengan permiso para ello podrán gestionar esas citas (normalmente Personal administrativo). Estas citas se visualizarán en un calendario, y en próximas versiones se podrán integrar en el calendario personal del móvil, incluyendo recordatorios.

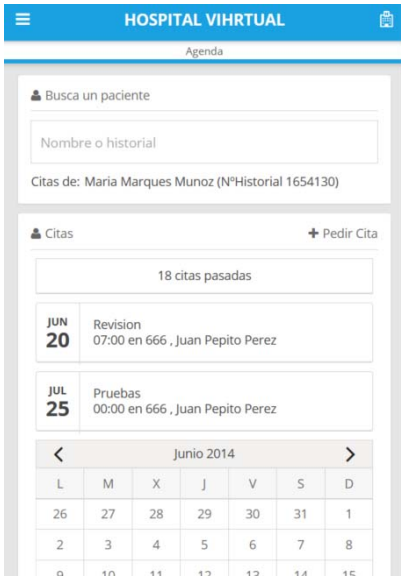

Figura 7. *Vista del profesional de una videoconferencia con un paciente*

2.6. Módulo de mensajería

Todos los usuarios de la plataforma pueden enviar mensajes, aunque los destinatarios están restringidos según los permisos de cada perfil. De esta forma un paciente podrá comunicarse con su médico asignado el cual contestará sus mensajes tan pronto como le sea posible. El usuario es avisado en todo momento de los mensajes que tiene pendientes de leer, y los diálogos de estas conversaciones se muestran por pantalla como aparece en la Figura 8.

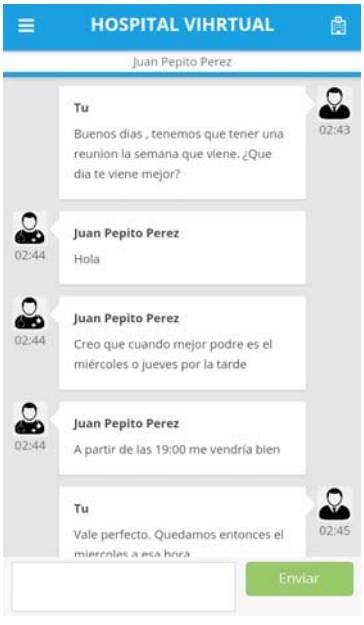

Figura 8. *Conversación entre un paciente y un profesional*

3. Resultados

Este trabajo de investigación presenta una nueva plataforma desarrollada a partir de los requisitos y funcionalidades del sistema Hospital VIHrtual que lleva más de 7 años en funcionamiento. Esta plataforma permite (sobre todo a los pacientes) disfrutar de los mismos servicios pero con mayor movilidad e independencia del dispositivo que empleen.

El diseño responsive de la plataforma nos permite tener un único sistema que se adapta a todos los dispositivos, facilitando enormemente el mantenimiento ya que no habrá distintas versiones para cada dispositivo. El diseño de la interfaz de usuario también se ha cuidado mucho, con iconos sencillos y guiando siempre al usuario de forma que sea una plataforma robusta, accesible y usable.

La seguridad es fundamental en servicios sanitarios a través de Internet, por lo que se han tomado todas las precauciones necesarias, tanto en el acceso al sistema como en la prevención de las principales vulnerabilidades de las aplicaciones web.

La solución de videoconferencia implementada, basada en SIPml5, aprovecha las posibilidades que nos ofrece este cliente SIP de código abierto para poder conectarnos a cualquier servidor SIP o red IMS y establecer desde un navegador con WebRTC una videoconferencia. Después de haber probado muchas otras soluciones en otros proyectos (la videoconferencia implementada actualmente en el Hospital VIHrtual está basada en OpenMeetings), esta solución es mucho más robusta y sencilla, además de estar soportada en varios navegadores y funcionar muy bien en móviles Android (se está trabajando para dar soporte a sistemas iOS [5]).

Aún no se ha realizado la integración con el HIS del Hospital, aunque el ensayo clínico se realizará sobre una base de datos de pruebas. Es probable que se emplee un motor de integración (por ejemplo, Mirth con mensajes HL7) tal y como se está haciendo en la actualidad en el Hospital VIHrtual que está en rutina clínica.

Las mejoras que se pretenden incluir en la siguiente versión de la plataforma permitirán una mayor integración con el dispositivo móvil y un aumento de la información disponible para los profesionales sanitarios, ya que de momento se han incluido los aspectos más básicos de la historia clínica, dejando para siguientes versiones otros datos que sí incluía el Hospital VIHrtual pero que aún no han sido incorporados en esta nueva plataforma móvil.

4. Conclusiones

El sistema Hospital VIHrtual, implantado en rutina clínica en el Servicio de Enfermedades Infecciosas del Hospital Clínic de Barcelona desde 2007, da servicio actualmente a más de 70 profesionales que atienden a unas 3000 personas infectadas por VIH (de los cuales 300 son atendidos de forma remota). A pesar de esto, la aplicación actual no se adecua a las nuevas tecnologías presentando una gran barrera de acceso tanto para los profesionales como para los pacientes ya que obliga a utilizar un ordenador de sobremesa.

La demanda de movilidad por parte de los usuarios y el gran crecimiento del mercado de aplicaciones móviles han motivado el desarrollo de una nueva aplicación que conserve la funcionalidad del sistema ya en uso pero que permita el acceso al mismo desde cualquier dispositivo. De entre las diferentes posibilidades se ha optado por desarrollar una plataforma web responsive compatible con todos los dispositivos y navegadores haciendo innecesario el desarrollo aplicaciones nativas para cada sistema operativo móvil o la creación de un sistema web móvil homólogo al actual.

El presente trabajo describe el desarrollo de una plataforma muy completa, que ofrece un servicio de telemedicina en terminales móviles basado en estándares actuales de desarrollo responsive, haciendo especial énfasis en la accesibilidad, usabilidad y seguridad de la plataforma. Uno de los servicios más novedosos y complejos que ofrece el sistema es la videoconferencia, basada en SIPml5. La plataforma está siendo evaluada por el personal sanitario y pronto se comenzará un ensayo clínico con pacientes reales en el Hospital Clínic de Barcelona.

Referencias

[1] Informe anual elaborado en 2013 sobre la epidemiologia mundial del VIH/SIDA en 2012. http://www.unaids.org/en/media/unaids/contentassets/documents/epidemiology/2013/gr2013/201309_epi_core_en.pdf (Consultado: Julio 2014)

[2] León A, Cáceres C, Fernández E, Chausa P, Martin M, et al. A New Multidisciplinary Home Care Telemedicine System to Monitor Stable Chronic Human Immunodeficiency Virus-Infected Patients: A Randomized Study. *PLoS ONE*, 6(1): e14515. doi: 10.1371/journal.pone.0014515 (ISSN: 1932-6203)

[3] Página Web con estadísticas sobre el uso de dispositivos móviles: http://www.smartinsights.com/mobile-marketing/mobile-marketing-analytics/mobile-marketing-statistics/ (Consultada: Julio 2014)

[4] Jun L, Song Z. Ehealth Web Application Framework and Platform Based On The Cloud Technology. Master Thesis. Kristianstad University, School of Health and Society. 2013.

[5] Página web de Bowser. http://getbowser.appspot.com/ (Consultada: Septiembre 2014)