

# Diseño y evaluación de un sistema de Tele dermatología basado en tecnologías Web

N. Lasierra<sup>1</sup>, A. Alesanco<sup>1</sup>, Y. Gilaberte,<sup>2</sup> N.Gonzalez<sup>3</sup>, M.A. Sanchez<sup>4</sup>, R.Magallón<sup>5</sup>, J.García<sup>1</sup>

<sup>1</sup> GTC. I3A, Universidad de Zaragoza, España, {nelia.lasierra,alesanco,jogarmo}@unizar.es

<sup>2</sup> Sección de Dermatología. Hospital San Jorge, Huesca, España, ygilaberte@salud.aragon.es

<sup>3</sup> Centro de Salud Torrera, Zaragoza, España, mngonzalezv@salud.aragon.es

<sup>4</sup> Centro de Salud Canal Imperial, Zaragoza, España, mascalavera62@hotmail.com

<sup>5</sup> Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud, Zaragoza, España, rmagallon@salud.aragon.es

## Resumen

*En este artículo se presenta el diseño y la evaluación de un entorno web orientado a la aplicación de un servicio de tele dermatología. Los médicos de atención primaria, a través del sistema, envían imágenes clínicas e información relativa a la historia clínica del paciente junto con el motivo de la consulta al especialista dermatólogo, quien valora las pruebas enviadas y ofrece una primera orientación diagnóstica. El sistema desarrollado proporciona un entorno de comunicaciones seguro que garantiza la confidencialidad e integridad de los datos intercambiados. Tras realizar la evaluación técnica del sistema y encontrarse actualmente en marcha la evaluación clínica, los primeros resultados obtenidos reflejan un alto grado de aceptabilidad del sistema tanto en los pacientes como en los profesionales sanitarios participantes y apuntan a una mejora en el acceso a la atención sanitaria dermatológica.*

## 1. Introducción

La aplicación de las nuevas tecnologías en favor de la medicina es, a día de hoy, una solución atractiva ante el incremento actual de la demanda de atención sanitaria, consecuencia tanto del aumento de la población como del progresivo envejecimiento de la misma. Este hecho que muchas veces conlleva al desbordamiento de los servicios públicos de salud y que además propicia un incremento en el gasto dedicado a la atención sanitaria, impulsa la necesidad de diseñar y desarrollar servicios de tele medicina que permitan tanto disminuir estos costes, como agilizar el acceso a los servicios de salud. De la misma forma, y con el objetivo de facilitar y agilizar la prestación de servicios sanitarios a personas con enfermedades en la piel, nace la Tele dermatología. Este es un ámbito de gran interés y amplia expansión en el campo de la e-Salud, ya que, por ejemplo, en algunos casos de cáncer de piel, un diagnóstico precoz aceleraría la aplicación del tratamiento adecuado evitando así un empeoramiento de la enfermedad del paciente. Teniendo en cuenta que en la comunidad de Aragón el tiempo de espera medio entre la primera visita al centro de salud y la visita al especialista es de aproximadamente 60 días, la utilización de una aplicación de tele dermatología con la que se consigue reducir a una semana el tiempo requerido hasta la obtención de una primera impresión diagnóstica, permitirá agilizar el acceso a la atención dermatológica y orientar los casos urgentes.

Además, en zonas como Aragón, en las que existe una gran dispersión de la población, las visitas al especialista suponen para pacientes y familiares un coste en tiempo, desplazamientos y días de trabajo perdidos, por lo que, una solución de estas características evitaría las pérdidas en situaciones no necesarias. Teniendo en cuenta estos factores y la demanda que plantea la sociedad actual, el estudio y diseño de un sistema de estas características es, sin duda, una apuesta de gran interés y relevancia social.

Actualmente existen dos propuestas para la aplicación de Tele dermatología [1]. La primera de ellas se basa en la realización de consultas a través de sistemas de videoconferencia. Estos sistemas presentan la ventaja de permitir un contacto "face to face" con el especialista, pero el coste de los equipos de videoconferencia y los requerimientos necesarios para obtener una transmisión de imágenes de alta calidad, favorecen la búsqueda de otras alternativas. Consecuencia de ello, surge la utilización de sistemas *store and forward* [2]. Este tipo de sistemas, se basa en el envío (a través de Internet) de informes asociados a consultas (siendo estos, en algunas ocasiones, información insuficiente para valorar al paciente). Además, muchos de estos sistemas hacen uso del correo electrónico para la aplicación del servicio de tele dermatología quedando comprometida la seguridad de los datos médicos enviados.

En este proyecto de tele dermatología, basándonos en las técnicas *store and forward*, se ha desarrollado un entorno web, que cumpliendo con todos los estándares de seguridad en el envío de información médica por la red, provee la información e imágenes necesarias para valorar la enfermedad del paciente. El objetivo que se persigue es la creación de un escenario de comunicación entre los centros de atención primaria y los dermatólogos que permita la obtención de una primera orientación diagnóstica por parte del especialista en un periodo de tiempo inferior a una semana que aconseje o no una posterior visita al mismo. Gracias a la creación de un grupo multidisciplinar, formado por personal sanitario y personal técnico se consigue que los objetivos de desarrollo y evaluación del sistema estén enfocados a maximizar los beneficios en el área de salud bajo un soporte técnico que avala su viabilidad y efectividad.

## 2. Arquitectura del Sistema

En la figura 1 se muestra el esquema de la arquitectura del sistema. En el centro de control técnico se encuentra el servidor WEB que contiene la aplicación de teledermatología. Los médicos de atención primaria se conectan, mediante un navegador web, al servidor para realizar las consultas, adjuntar las pruebas médicas y enviarlas al dermatólogo correspondiente. De la misma forma, cada vez que este último recibe el aviso de las nuevas consultas realizadas se conecta al servidor para valorar y enviar un diagnóstico al médico de atención primaria en base a la información proporcionada por este. Las diferentes partes del sistema son explicadas en los siguientes apartados.

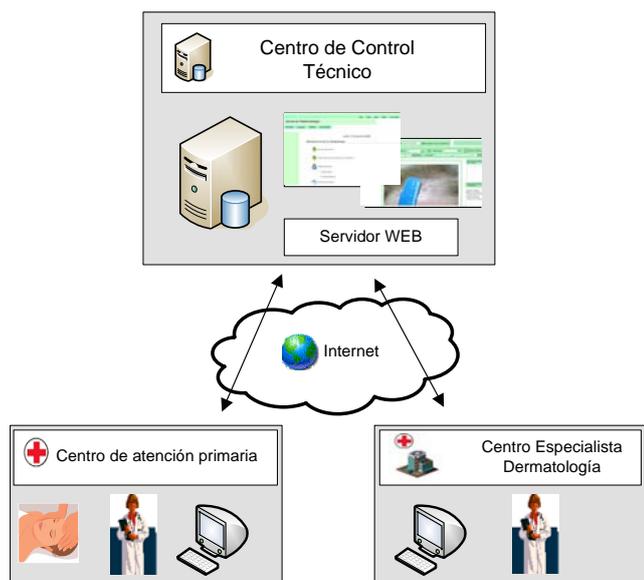


Figura 1. Esquema general de la arquitectura del sistema

### 2.1. Adquisición y envío de imágenes

Cada vez que el médico de atención primaria realiza una nueva asistencia debe registrar primero al paciente en la base de datos del sistema (si no lo está ya), y crear una nueva hoja de consulta en la que además de incluir las razones del motivo de la misma se adjuntan las imágenes médicas y observaciones necesarias. Puesto que gran parte de la información que utiliza el especialista para emitir un diagnóstico se extrae de las imágenes clínicas enviadas, es de gran importancia que estas sean de alta calidad. Por ello, las cámaras utilizadas deben cumplir con una serie de características para la captación de imágenes dermatológicas detalladas en estudios de imagen médica (resolución mínima de 4-5Mpx, zoom óptico de 3x, permitir la utilización del modo Macro, flash, configuración ISO entre 80 y 100 y obtener imágenes con resolución mínima 1600x1200). Además, para la captación de las mismas se seguirá un protocolo elaborado por la Asociación Americana de Telemedicina (ATA) para la realización de imágenes fotográficas utilizadas en sistemas *store and forward* de teledermatología [3].

La tecnología de programación web utilizada se basa en la utilización de servlets y JSP (Java Server Pages). Esta es una tecnología Java que permite generar contenido

dinámico para web en forma de páginas HTML. En concreto, se utiliza el framework Apache Jakarta Struts que ofrece un potente marco de programación basado en el modelo de diseño MVC (Model-View-Controller). Este modelo separa las partes lógica de la aplicación, presentación y procesado de las peticiones, lo que facilita la extensión de la aplicación en el futuro. El motor de base de datos escogido es MySQL, utilizando un driver JDBC para proporcionar conectividad con las aplicaciones desarrolladas en Java. Visualización de imágenes y envío del diagnóstico

En una consulta teledermatológica, el envío de imágenes de alta calidad es determinante para proporcionar al dermatólogo una prueba que permita reproducir de la forma más exacta posible la realidad. Introducir una herramienta de visualización de imágenes en el sistema, es por tanto, algo esencial que permitirá al especialista extraer la mayor cantidad de información útil de las imágenes adjuntadas a las consultas. En este proyecto, se ha desarrollado una herramienta de visualización Flash que aparece totalmente integrada en las páginas de consulta. De esta forma, el dermatólogo puede examinar la información aportada por el médico de atención primaria a la vez que evalúa las imágenes asociadas a ella. Para cada una de las consultas, en la parte izquierda del visualizador se muestra la galería de imágenes asociadas a la misma, permitiendo seleccionar en cada momento la imagen a mostrar en la parte central del visualizador.

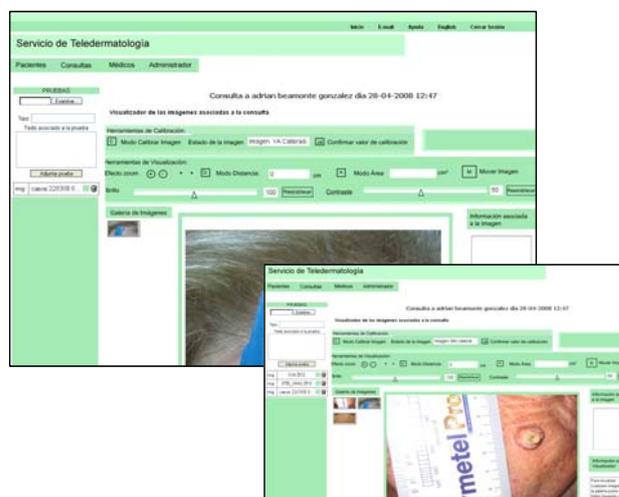


Figura 2. Visualizador de imágenes

La figura 2 muestra el visualizador desarrollado. Este proporciona herramientas de zoom, cálculo de distancias y áreas, ajustes de brillo y contraste y calibración de imagen. Una vez valorada la información disponible en la web, el dermatólogo enviará el diagnóstico al médico de atención primaria, quien recibirá, además de un correo de aviso, una nueva entrada en su bandeja de consultas revisadas por el especialista del servicio de teledermatología. Los diagnósticos emitidos por el dermatólogo se realizarán de acuerdo a los códigos oficiales sobre diagnósticos CIE-9 facilitando de esta forma, además de su comprensión la posible integración de la información del sistema en la historia clínica del paciente [4]. Puesto que los hospitales

en los que está siendo evaluada la aplicación no disponen todavía de la historia clínica electrónica, se utiliza una base de datos de pacientes desarrollada para el proyecto piloto. En un futuro se espera que esta sea integrada en los sistemas de información de los hospitales participantes.

## 2.2. Seguridad

Puesto que los datos sanitarios son de carácter personal, el tratamiento de los mismos queda bajo el ámbito de la protección de la LOPD (ley orgánica de protección de datos de carácter personal). Además, por ser considerados como datos de nivel alto, cualquier fichero que contenga datos de salud debe cumplir con las medidas de seguridad asociadas a este nivel (artículo 20 y ss del Real Decreto 994/1999), cumpliendo de esta forma con las medidas de seguridad establecidas para los niveles básico, medio y alto. Atendiendo a las especificaciones detalladas en las leyes y decretos mencionados, el sistema de tele dermatología desarrollado cuenta con los siguientes aspectos: diferentes vistas del sistema que permiten ofrecer acceso diferenciado al mismo en función del rol del usuario, hojas de consentimiento informado firmadas por los pacientes que aceptan participar en el proyecto, fichero de los usuarios registrados y permisos correspondientes, registro de fecha, hora, dirección IP, permisos y acciones de los usuarios que acceden a la aplicación, sistema de backup de la base de datos y pruebas médicas que se activa dos veces al día y permite disponer de copias de respaldo y recuperación de la información almacenada, utilización del protocolo SSL para la transmisión de datos que aporta confidencialidad e integridad en los datos enviados por la red y utilización de acceso al sistema por certificados RSA cliente.

## 3. Evaluación del sistema

El objetivo que persigue la evaluación de este sistema de telemedicina es obtener indicadores de la accesibilidad, satisfacción, relación efectividad-coste y calidad diagnóstica obtenida derivada de la implantación del sistema propuesto, con el fin de conseguir pruebas científicas que mejoren, y/o aconsejen o no la adopción de esta solución en un entorno real [5]. Esta evaluación se plantea como una herramienta para obtener resultados parciales que permitan una realimentación en el proceso de implantación. La evaluación ha sido dividida en tres fases: fase 1: evaluación técnica, fase 2: evaluación clínica y fase 3: evaluación de la implantación del servicio de tele dermatología sobre un entorno real. El éxito de la implantación de manera efectiva y continuada de este servicio reside por una parte en la motivación de los facultativos participantes y por otra en realizar un exhaustivo proceso de evaluación que permita demostrar la efectividad y utilidad del sistema de telemedicina.

Durante la primera fase se evalúa más a fondo la viabilidad técnica del sistema, siendo el objetivo de la misma determinar la eficiencia y usabilidad del software desarrollado para incentivar un proceso de realimentación y favorecer su mejora. Una vez finalizada esta primera fase, se inicia la evaluación clínica del sistema. El objetivo de esta fase es determinar la concordancia y exactitud diagnóstica del sistema de tele dermatología en función de

diferentes enfermedades del paciente y otros factores. Para ello, se realiza un estudio en el que se compara el diagnóstico obtenido con telemedicina con el Gold Standard. Este estudio consiste en realizar una primera consulta por tele dermatología y una segunda consulta por el método tradicional con el mismo especialista que realizó la primera a través del sistema de telemedicina siendo el tiempo entre ambas consultas el menor posible. Por último, en rasgos generales, los objetivos que se pretenden conseguir durante la tercera fase de evaluación del sistema, con el fin de favorecer un proceso de continua mejora del sistema, son los siguientes:

- Determinar el grado de satisfacción de los pacientes y personal sanitario ante la utilización de técnicas de telemedicina.
- Determinar las mejoras obtenidas con la introducción del sistema de telemedicina (ahorro en tiempo y costes tanto directos como indirectos).

Para llevar a cabo la primera y tercera fase de la evaluación se han diseñado cuestionarios de valoración general dedicados a pacientes y profesionales, fichas de consulta y mantenido reuniones periódicas con los profesionales sanitarios implicados en el desarrollo del proyecto. En estas fichas y cuestionarios se pregunta de manera general a los pacientes la valoración del sistema, la comodidad, el tiempo invertido hasta obtener el diagnóstico, costes ahorrados en desplazamientos, y a los profesionales sanitarios además de la valoración general del sistema, aspectos de efectividad técnica de la aplicación y cuestiones acerca de la utilidad real del sistema.

## 4. Resultados y discusión

Desde el comienzo se ha trabajado en estrecha colaboración y coordinación con el personal sanitario que participa en el proyecto, de forma que el diseño y desarrollo de las herramientas de la aplicación de tele dermatología están enfocados a ser utilizadas por un usuario de perfil médico. La primera fase de evaluación del sistema, la evaluación técnica, ha sido realizada durante 4 meses con la participación de 3 médicos de atención primaria y una dermatóloga. Esta evaluación ha permitido introducir las mejoras necesarias para facilitar el manejo y la utilidad de la aplicación. Además, gracias a esta primera fase de evaluación, se han podido determinar de forma más exacta las necesidades que plantea una consulta dermatológica, adaptando por ello tanto las herramientas desarrolladas como la información relativa al paciente que se muestra en cada consulta.

Aunque es en la tercera fase cuando se espera obtener resultados de satisfacción en pacientes y profesionales sanitarios, durante estos primeros meses de trabajo se han repartido encuestas entre los participantes para recoger las primeras impresiones acerca del sistema de tele dermatología, obteniendo resultados de alta satisfacción tanto en los pacientes como profesionales sanitarios. A pesar de que estos resultados son muy preliminares, puesto que en el corto periodo de tiempo en el que se ha probado el sistema sólo han sido encuestados 8 pacientes, todos los

indicadores apuntan a obtener un grado alto de éxito en la implantación del servicio de tele dermatología. Todos los pacientes valoran de forma positiva el hecho de obtener un diagnóstico de forma rápida por parte del especialista y tan sólo 1 de los 8 pacientes valora de forma negativa que esto no implique un encuentro personal con el mismo. El 88% se sintió cómodo con el proceso de la consulta y este mismo porcentaje de gente volvería a utilizar el sistema de tele dermatología en otra ocasión además de no estar preocupados por la falta de intimidad que pueda suponer enviar sus datos a través de la red. Además, un 62.5% de los pacientes considera ahorraría costes al evitar el desplazamiento hasta la consulta del especialista.

Tanto las médicos de atención primaria como la dermatóloga, coinciden en que el sistema es fácil de usar (invirtiendo una media de una hora para el aprendizaje de su utilización) e intuitivo y que además el servicio de tele dermatología se ajusta a las necesidades planteadas que se querían solucionar. Afirman que los escasos fallos técnicos se produjeron al inicio de la puesta en marcha y que en ningún momento afectaron al acto médico. Todas coinciden en que el sistema de tele dermatología es efectivo para casos urgentes, y que aconsejarían su adopción sobre un entorno de salud de forma permanente ya que existe un alto grado de satisfacción por la utilización del sistema. A diferencia de los escasos cambios organizativos que implica la puesta en marcha del sistema para las médicos de atención primaria, la adopción de este sistema de tele dermatología de forma permanente, supondría cambios organizativos de agenda considerables para la dermatóloga.

La dermatóloga considera además que, a pesar de que las cámaras adquiridas cumplen los requerimientos necesarios, conseguir la captación de imágenes de alta calidad diagnóstica es complicado y en algunas ocasiones no es posible, por ello, emitir un diagnóstico con total seguridad. Por lo tanto, se va a plantear la realización de cursos de formación para la captación de imágenes médicas y la adquisición de dermatoscopios que permitirán una mejor aproximación diagnóstica en las lesiones pigmentadas.

Se estima que la aplicación del servicio de tele dermatología ahorrará costes en desplazamientos a los pacientes (sobre todo a aquellos que tengan que desplazarse desde fuera de Zaragoza) y pérdidas de días de trabajo, implicando para los centros de Salud que participen en el proyecto (y que ya posean de una conexión a Internet) un desembolso inicial mínimo.

Actualmente se está llevando a cabo la evaluación clínica del sistema. Para la realización de este estudio se cuenta con la colaboración de un mayor número de dermatólogos y médicos de atención primaria de forma que vamos a poder obtener así, además de los resultados de

concordancia diagnóstica, indicadores de variabilidad intraobservador e interobservador.

## 5. Conclusiones

En este artículo se ha presentado un entorno WEB para la aplicación de un servicio de tele dermatología que favorecerá la comunicación entre atención primaria y especializada, permitiendo el intercambio de datos e imágenes clínicas a través de la red de forma que se garantiza la confidencialidad e integridad de los mismos. Tras los primeros meses de evaluación del sistema se han obtenido resultados muy positivos entre los pacientes y profesionales sanitarios que han participado en el proyecto. El sistema se ajusta a las necesidades planteadas, permitiendo mejorar el acceso a la atención dermatológica e implicando escasos costes y cambios organizativos para los centros de salud. La alta aceptabilidad del sistema obtenida entre los pacientes (quienes se han sentido cómodos durante el proceso de consulta y además han reducido costes) y entre los profesionales sanitarios, que apoyan y aconsejan la utilización del sistema, indica un alto grado de éxito en la implantación futura de este sistema de tele dermatología sobre un entorno real.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por los proyectos TSI2007-65219-C02-01 de *Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología* (CICYT) y Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), PET2006-0579 del *Programa de Estímulo de Transferencia de Resultados de Investigación* (PETRI).

## Referencias

- [1] D.J.Eedy, R.Wootton. Tele dermatology: a review. *British Journal of Dermatology* vol 144, 2001, pp 696-707.
- [2] G.Rudeappa, C.Rangachari. Store and Forward tele dermatology. *Indian J Dermatol Venereol Leprol* vol 73, issue 1, 2007.
- [3] Página web de la Asociación Americana de Telemedicina (sección de tele dermatología).  
<http://www.atmeda.org/icot/sigtelederm.htm>
- [4] Página web sobre diagnósticos CIE-9.  
<http://www.msc.es/estadEstudios/ecie9mc/webcie9mc/webcie9mc.htm>
- [5] Universidad Politécnica de Madrid (Grupo de Bioingeniería y Telemedicina). Bases metodológicas para evaluar la viabilidad y el impacto de proyectos de telemedicina. 2001 (ISBN 92 75 32363 1).