PILOTO PARA LA IMPLEMENTACION DE SERVICIOS EN APLICACIONES DE TELEMEDICINA: PRIMERA ETAPA EN EL AREA DE DERMATOLOGÍA.

Br. María Victoria Balza Herrera *Br. Astrid del Carmen Calderón Peraza*
mavibah@gmail.com astridcp@gmail.com

Universidad Católica Andrés Bello.
Facultad de Ingeniería.
Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones.
Caracas, Venezuela.
Febrero 2012.

RESUMEN

Con el fin de solventar los problemas del sistema de salud en Venezuela, como la falta de médicos especialistas en las zonas rurales, especialmente los dermatólogos; se propuso un proyecto que tiene por finalidad principal proponer una solución para el estudio clínico de pacientes de dermatología que integre información de imágenes, historias médicas y exámenes complementarios. Los objetivos planteados fueron: investigar las condiciones que deben cumplir las fotos, las características de las cámaras disponibles, la existencia de protocolos para la captura, selección y transmisión de imágenes, las opciones para la transmisión de imágenes, software para historias médicas, realizar una base de datos adecuada para la aplicación e integrar las imágenes, historias médicas y posibles exámenes complementarios en una sola plataforma. Para alcanzar los objetivos planteados, se utilizó una metodología que consta de siete etapas las cuales dieron como resultado la base teórica, el conocimiento de los factores que afectan la captura de imágenes, las características del servidor utilizado y por último la elaboración de un protocolo integrado a una aplicación web, que a su vez funciona bajo una red VPN (Virtual Private Network) que conecta dicha aplicación con un servidor, mediante la cual pueden interactuar ambos médicos. De lo descrito se concluye que el sistema desarrollado es una solución al problema planteado inicialmente, brindándole a los habitantes de zonas lejanas a la ciudad, la posibilidad de ser atendidos por un médico especialista que pueda darle un diagnóstico y tratamiento acertado mediante una plataforma segura.

Palabras claves: Teledermatología, protocolo, captura de imágenes, aplicación web, redes *VPN*.

ABSTRACT

In order to solve the problems of the health system in Venezuela, such as lack of medical specialists in rural areas, especially dermatologists, proposed a project whose main target is to propose a solution for the clinical study of dermatology patients integratesimage information, medical histories and examinations. The objectives were: to investigate the conditions that the photos, the camera features available, the existence of protocols for capturing, sorting and image transmission, options for the transmission of images, software for medical records, conduct

a appropriate database for the application and integrate images, medical records and any further examination in a single platform. To achieve the stated objectives, we used a methodology consisting of seven etapaslas which resulted in the theoretical background, knowledge of factors affecting image capture, the server features utilizadoy finally developing a protocolintegrated with a web application, which in turn operates under a VPN (Virtual Private Network) that connects the application to a server, which can interact with both doctors.As described is concluded that the developed system is a solution to the probleminitially, giving the inhabitants of remote areas of the city, the possibility of being seen by a doctor who can give a diagnosis and successful treatment using a secure platform.

Key words: Teledermatology, Protocol, Capture images, Web application, VPN networks

1. INTRODUCCIÓN

La evolución de forma vertiginosa de la tecnología ligada a su versatilidad para interoperar con otras áreas nos trae como consecuencia la Telemedicina, la cual puede ser desarrollada en sus diversas especialidades como es el caso de la Teledermatología. Este documento nos muestra un proyecto que integra historias clínicas, imágenes y exámenes complementarios en una plataforma segura, para la realización de teleconsultas o segundas opiniones médicas especializadas en el área de dermatología.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

A continuación se describe la idea principal que motivó el desarrollo de este proyecto y los objetivos planteados para la realización del mismo.

2.1 Planteamiento del Problema

Actualmente, el sistema de salud se encuentra muy centralizado, lo que conlleva que especialidades como dermatología no lleguen a sitios alejados de las grandes ciudades. Por lo general, en estas poblaciones donde no se encuentran dermatólogos, las afecciones de la piel son muy comunes debido al estilo de vida y al entorno en el cual se desarrollan; a esto se le suma que el conocimiento de un médico de atención primaria sobre dermatología generalmente es muy escaso.

Atendiendo a estas necesidades se desarrolla la Teledermatología en nuestro país, y el presente proyecto tiene por finalidad proponer una solución para el estudio clínico de pacientes de dermatología que integre información de imágenes, historias médicas y exámenes complementarios; con lo cual se busca una mejora para esta aplicación de la Telemedicina.

2.2 Objetivo General

Proponer una solución para el estudio clínico de pacientes de dermatología que integre información de imágenes, historias médicas y exámenes complementarios como pueden ser los de laboratorio.

2.3 Objetivos Específicos

- Investigar las condiciones que deben cumplir las fotos que se usan para diagnóstico dermatológico, tales como, exposición, luminosidad, ángulos, correcciones de color, comparación de lesiones con tejidos sanos, etc.
- Evaluar las características de las cámaras disponibles para toma de imágenes dermatológicas y la

posibilidad de disponer de alguna en la Universidad Católica.

- Investigar sobre la existencia de protocolos que permita a un asistente médico distante capturar y seleccionar las imágenes más representativas para su transferencia y, de ser necesario, elaborar un protocolo.
- Evaluar distintas opciones para la transmisión de imágenes y seleccionar la más adecuada para realizar pruebas en este trabajo.
- Investigar sobre software ya diseñado para historias médicas y, de ser necesario, elaborar uno.
- Investigar la creación de una base de datos para la aplicación que se está realizando.
- Integrar las imágenes, historias médicas y posibles exámenes complementarios en una sola plataforma.

3. MARCO TEÓRICO

En esta sección se presentan los conceptos y definiciones necesarias para la comprensión de este trabajo, dentro de los cuales resaltan Telemedicina, Dermatología, historias médicas y redes *VPN* (*Virtual Private Network*).

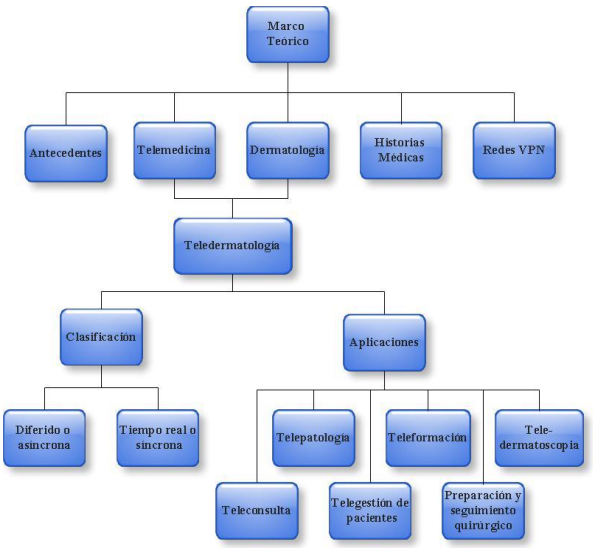


Ilustración 1. Esquema del Marco Teórico
Fuente: Elaboración propia

3.1 Telemedicina:

"Telemedicina (TM) es el suministro de servicios de atención sanitaria, en los que la distancia constituye un factor crítico por profesionales que apelan a las tecnologías de la información y de la comunicación con objeto de intercambiar datos para hacer diagnósticos, recomendaciones, tratamientos y prevenir enfermedades, así como para la formación permanente de los profesionales de atención de salud y en actividades de investigación y evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de las comunidades en que viven" (Organización Mundial de la Salud, 2002).

La TM se puede clasificar en dos tipos: en tiempo real (on-line) o síncrona y en diferido (store and forward –almacenaje y envío- S&F) o asíncrona.

3.2 Dermatología

La Dermatología es una especialidad médico-quirúrgica que se ocupa del conocimiento de la piel humana y de las enfermedades que primitiva o secundariamente la afectan, así como de los métodos para la prevención de las mismas y para la preservación o la recuperación de la normalidad cutánea. (Portales Médicos).

3.3 Teledermatología:

Teledermatología (TD) es la práctica de la dermatología a distancia. Con ella se puede mejorar la accesibilidad de los pacientes a los servicios de Dermatología y disminuir los costes sanitarios, ya que reduce el número de desplazamientos, especialmente de los enfermos, pero también de médicos y enfermeras. Cada vez existen más publicaciones sobre su fiabilidad y, en la mayoría de países su uso se va extendiendo, a medida que la tecnología se hace mejor, se abarata y se va aceptando por los usuarios. (Casanova, Buti, Martí, Baradad, Riba, & Freixanet, 2005)

3.4 Aplicaciones:

Las aplicaciones tienen diversas finalidades pueden ir desde el diagnóstico y tratamiento en áreas o pacientes con acceso difícil a una consulta convencional, a la selección y priorización de pacientes (triaje y *screening*), monitorización de tratamiento, gestión y derivación de pacientes e incluso preparación pre quirúrgica y teleformación. Entre las principales aplicaciones se pueden numerar:

- Teleconsulta
- Telegestión de pacientes
- Preparación y seguimiento quirúrgico
- Teledermatoscopia
- Teleformación
- Teledermatopatología

3.5 Historia Clínica Electrónica (HCE)

La HCE se puede definir formalmente como un conjunto global y estructurado de información, en relación con la asistencia de un médico a un paciente individual, cuyo soporte permite que sea almacenada, procesada y transmitida mediante sistemas informáticos. (Hurvitz, Lobato, Pezzella, & Piñero, 2008, pág. 107)

Como en todo acto médico, este uno de los elementos principales para llegar al diagnóstico de un paciente, ya que en ella se reflejan antecedentes y hábitos que pudieran estar incidiendo sobre el estado de salud de éste; Así como también ciertos detalles demográficos son requeridos, incluyendo la edad, el sexo, lugar de origen y residencia.

3.6 Redes *VPN* (*Virtual Private Network*)

Las redes VPN, según sus siglas en inglés (Virtual Private Network) son redes que permiten el intercambio de información a través de la red pública copiando las propiedades de un enlace punto-a-punto privado y son creadas sobre un entorno de red compartido o público.

Los datos son encapsulados, y la cabecera contiene toda la información de enrutamiento, lo que permite que esta transite por la red pública y llegue a su destino final. Para el caso de un enlace privado, los datos son encriptados garantizando la confidencialidad, de esta manera, si los datos son interceptados por un agente externo, los mismos se hacen indescifrables.

4. METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos planteados, se utilizó una metodología que consta de un tipo de tipo de investigación como un proyecto de desarrollo tecnológico, ya que, este proyecto comprende la elaboración de una aplicación tecnológica para satisfacer las necesidades de los servicios en telemedicina. Además en este procedimiento convergen articulados los conocimientos, destrezas, aptitudes y actitudes interrelacionadas en un todo.

El tipo de estudio aplicado para el trabajo especial de grado es no experimental, descriptivo. Con una población objetivo que estuvo conformada por aquellas comunidades del territorio nacional que no cuentan con el servicio básico de dermatología. Se utilizó una muestra fotográfica de algunos pacientes tomados al alzar.

Se utilizó la técnica de análisis de contenido para procesar y analizar todos los datos involucrados en el trabajo de grado.

El análisis de contenido puede operacionalizarse a través de las unidades de análisis y las categorías de análisis quienes constituyen segmentos del contenido de los mensajes que son caracterizados para ubicarlos dentro de las categorías.

El instrumento que materializa esta técnica puede conformarse mediante tablas que incluyan las unidades y las categorías de análisis, así como el producto del análisis efectuado.

A continuación se presentan dichas tablas, mostrando también el producto del analisis.

Tabla1: Unidad de análisis para el estudio de las fotografías.

Unidades de análisis	Categorías de análisis
Estudio de las fotografías: se busca conocer las condiciones que deben cumplir las imágenes para el diagnóstico dermatológico.	-Consulta a expertos de fotografías. -Estudio de luminosidad y correcciones de color. -Pruebas de ángulos y distancias para la captura de la fotografía. -Consulta a expertos en dermatología.
Producto del análisis Determinar las características necesarias en la fotografía para lograr un diagnóstico factible en el área de teledermatología.	

Tabla 2: Unidad de análisis para el estudio de las cámaras fotográficas.

Unidades de análisis	Categorías de análisis
Estudio de las cámaras fotográficas: se evalúan las cámaras disponibles según sus características.	-Marca de las cámaras. -Tipo de display. -Tamaño de fotografía. -Formato de archivo de salida. -Megapíxeles. -Zoom. -Sensibilidad ISO. -Disponibilidad.
Producto del análisis Consiste en evaluar las características de las cámaras disponibles para toma de imágenes dermatológicas y la posibilidad de disponer de alguna en la Universidad Católica o propia.	

Tabla 3: Unidad de análisis para el estudio de protocolos.

Unidades de análisis	Categorías de análisis
Estudio de Protocolos: se quiere saber si existe algún protocolo para la captura y selección de imagen y para su transmisión.	-Historia Clínica. -Velocidad de Transmisión. - *VPN*.
Producto del análisis Creación de un protocolo para el llenado del formulario y la captura y transferencia de las imágenes	

Tabla 4: Unidad de análisis para la investigación de software y base de datos.

Unidades de análisis	Categorías de análisis
Investigación de software y base de datos: se quiere saber qué información debe cumplir el software y su base de datos.	-Datos personales. -Datos clínicos. -Datos de la consulta. -Galería de Imágenes. -Diagnóstico y Tratamiento. -Seguimiento de la consulta.
Producto del análisis Se trata de integrar las imágenes, historias médicas y posibles exámenes complementarios en una sola plataforma.	

Los procedimientos aplicados relacionan los objetivos establecidos con una secuencia de fases y actividades a ser ejecutadas para asegurar el logro de dichos objetivos, las fases contempladas y explicadas en el desarrollo a continuación fueron.

- ✓ Fase I: Documentación
- ✓ Fase II: Levantamiento de Información
- ✓ Fase III: Captura y selección de imágenes
- ✓ Fase IV: Estudio del servidor

- ✓ Fase V: Selección del método de transmisión
- ✓ Fase VI: Diseño e implementación del sistema
- ✓ Fase VII: Pruebas y optimización

5. DESARROLLO

A continuación se presenta una descripción detallada del proceso utilizado para desarrollar cada fase del proyecto.

5.1 Documentación

Para conocer con más detalle la teledermatología se realizó una investigación documental, que involucrase los protocolos y trabajos existentes en el área de dermatología e historias médicas, así como las ventajas y desventajas en comparación con los diferentes tipos de teledermatología. De igual manera se estudiaron las herramientas de software para realizar la aplicación. Para esta etapa de revisión bibliográfica se utilizaron fuentes electrónicas, libros, y se contó con el apoyo de otras tesis que involucraran el tema de telemedicina. Del mismo modo se estudiaron las tecnologías *html5* y *php* las cuales se seleccionaron como lenguaje de programación para la aplicación.

5.2 Levantamiento de información

Se realizaron varias reuniones con personal especializado tanto en el área tecnológica como en el área médica; esto con la finalidad de dar soporte y firmeza al proyecto y de recolectar la información necesaria

Las reuniones y entrevistas realizadas se registran en la tabla 1.

Fecha	Reuniones y Entrevistas	Tema
17/03/2011	Lic. Robinson Rivas	Posibles proyectos de tesis
13/06/2011	Dra. Honey Bee Arza	Asesoría en dermatología
15/06/2011	Ing. José Pirrone	Consulta de servidores de la UCAB
15/06/2011	Ing. Felipe Vicens	Consulta técnica del servidor
16/06/2011	Dr. Miguel López	Asesoría en teledermatología
30/06/2011	Lic. Carlos Ayesta	Asesoría en fotografía
22/10/2011	Dr. Domingo Pulgar	Asesoría en dermatología
09-01-2012	Dra. Honey Bee Arza	Asesoría en dermatología
20-01-2012	Dr. Domingo Pulgar	Asesoría en dermatología
20-01-2012	Dra. Yobelma Nassinf	Asesoría en dermatología
23-01-2012	Dr. Francisco Gonzalez	Asesoría en dermatología

Tabla 5 Reuniones y Entrevistas
Fuente: Elaboración Propia

Robinson Rivas: En esta entrevista se trató sobre posibles proyectos de tesis en teledermatología y telepatología, inclinándonos más hacia el área de Teledermatología. Concluyendo así, junto con nuestro tutor, el tema actual del presente trabajo especial de grado

Dra. Honey Arza: Cuyas reuniones sirvieron para adquirir asesoría sobre dermatología, obtención de imágenes de sus pacientes y certificación de la utilidad de la aplicación

Ing. José Pirrone: En las reuniones se trató sobre la disponibilidad de equipos (cámaras, servidores, entre otros) de parte de la universidad para llevar a cabo este proyecto.

Ing. Felipe Vicens: Facilitó el acceso al laboratorio donde inicialmente se encontraba el servidor para tomar los datos del mismo para su investigación técnica.

Dr. Miguel López: El Dr. nos comentó sobre algunos aspectos principales que deben poseer las fotografías, quedando claro que los videos no son utilizados para teleconsulta dermatológica por su baja calidad, mayor uso de megas y de tiempo que debe ser empleado por el especialista para el estudio de estos. Entre otras muchas observaciones con las que contribuyó, ya que dicho Dr. ha trabajado con teledermatología.

Lic. Carlos Enrique Ayesta: Quien recomienda utilizar fondos unicolores para la toma de las fotografías, así como también, no utilizar el flash de las cámaras para que no cambie el color de las imágenes, sugiere la utilización de una carta de color para saber el grado de distorsión del mismo en cada fotografía.

Dr. Domingo Pulgar: Quien recomienda utilizar fondos para imágenes disponibles en el hospital donde se encuentre el residente (azul o verde), apoya el uso del flash si la luz no es suficiente y observó y aprobó el uso del sistema y el protocolo al estar finalizado.

Dra. Yobelma Nassinf: Quien certifica la utilización de la aplicación, haciendo pruebas y uso de ésta.

5.3 Captura y selección de imágenes

Comprendió el estudio de la clasificación de las imágenes, así como de los diversos formatos utilizados para su transmisión, siendo este un punto muy importante para el desarrollo de este proyecto, ya que, las imágenes son el principal instrumento de la teledermatología. Además se estudiaron características como tono, brillo y contraste en los diversos formatos.

La clasificación a estudiar fueron los tipos de compresión: con pérdida y sin pérdida; y los formatos analizados se resumen en la siguiente tabla N°2

Formato	BMP	PSD	TIF	GIF	JPG o JPEG	PNG
Numero de colores	24 bits color o 8 bits B/N	48 bits color	32 bits color o 8 bits B/N	8 bits color	24 bits color o 8 bits B/N	indexado hasta 256 colores y no indexado hasta 48 bits por pixel
Compresión	No comprime (soporta RLE)	No comprime	No comprime (soporta LZW)	Sin pérdida (soporta LZW)	Con pérdida	Sin pérdida
Transparencia	Si permite	Si permite	Si permite	Si permite	No permite	Variable
Animación	No permite	No permite	No permite	Simple	No permite	No permite

Tabla 6: Diferencias entre formatos de imágenes Fuente: Elaboración Propia

De igual manera se estudiaron 5 modelos de cámaras fotográficas para utilizar en el proyecto y concluir de cuáles serían las características como la resolución, zoom, uso del flash, entre otros, que debe poseer el aparato para que las imágenes cumplieran con los requisitos necesarios para que puedan ser útiles

Estas especificaciones se muestran a continuación en la siguiente tabla:

Comparación de Cámaras		Modelos de Cámaras				
		HP E427	BlackBerry 9360	BlackBerry 9100	Fujifilm s2940	Motorola
Características	Megapíxeles	6MP	5 MP	3.15 MP	14 MP	2 MP
	Resolución	2848 x 2136 píxeles	2592x1944 pixels	2048x1536 pixels	4000×3000 píxeles	1600x1200 pixeles
	Tamaño	LCD 2"	LCD 2.44"	LCD 2.25"	LCD 3"	LCD 1.9"
	Zoom Digital	Hasta 5x	Hasta 4X	Hasta 2.5X	Hasta 6.7x y Óptico hasta 18x	Hasta 8x
	Formato de Imágenes	JPEG (EXIF 2.2)	.bmp, .jpg, .gif, .png, .tif, .wbmp	JPEG	JPEG (Exif 2.3)	JPEG
	Sensibilidad ISO	100, 200, 400	N/A	N/A	64 / 100 / 200 / 400 / 800 / 1600 / 3200 * / 6400 *.	N/A

Tabla 7: Comparación de cámaras fotográficas.

5.4 Estudio del servidor

La Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones de la Universidad Católica Andrés Bello cuenta con un servidor IBM xSeries 345, modelo 8670-SQX serial: KP-WDH16.

El servidor de IBM xSeries 345 de dos vías, es extremadamente escalable, optimizado para bastidor y de diseño compacto, permite nuevos niveles de transferencia de datos y mayor rendimiento. Explota un innovador procesador Intel Xeon, la controladora de discos Ultra320 *SCSI*, así como la tecnología *PCI-X*. La tecnología de cableado *NetBAY* favorece su mantenimiento, simplificando la instalación y configuración.

5.5 Selección del método de transmisión

Para el cumplimiento de esta fase la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), específicamente, el DTI (Departamento de Tecnologías de Información), proporcionó una red *VPN* segura, a la cual se accede mediante un programa llamado *VPN* Client Versión 5.0.04.0300. Para esta conexión remota se utiliza el protocolo SSH (Secure SHell).

Para la transferencia de archivos hacia el servidor se utilizó FileZilla versión 5.3.2, en el cual se trabaja con conexión SSH, y se transfieren los archivos a través del protocolo TCP (*Transmission Control Protocol).*

5.6 Diseño e implementación del sistema

5.6.1 Diseño de aplicación de telegestión

Comprendió el diseño de una aplicación en el lenguaje de programación *HTML5* y *PHP*, los cuales fueron elegidos como instrumento de desarrollo de la misma.

Esta aplicación está compuesta por dos interfaces de usuarios: interfaz de médico residente e interfaz de médico especialista, descritas con detenimiento en el capítulo de resultados

5.6.2 Estructuración de aplicación web

Aquí se analizó la mejor manera de desarrollar una página web, capaz de satisfacer los requerimientos del sistema. Un sitio web suele ser la parte visible de una aplicación instalada en el servidor, dotada de una apariencia adecuada para ser mostrada en el navegador de Internet y capaz de extraer información de una base de datos (Cruz y

Zumbado, 2006). Es por esto que, se definió el uso de un lenguaje de servidor, un sistema de manejo y gestión de bases de datos, y un software para la creación de una interfaz amigable para los usuarios de la página web.

5.6.3 Provisión de seguridad al sistema

Una vez obtenida del paso anterior la versión definitiva del funcionamiento del sistema, se procedió a realizar el estudio de las opciones de seguridad que podrían aplicarse al mismo. Dicho estudio se basó en la elaboración de varias propuestas que comprendieron distintas combinaciones de técnicas de seguridad aplicables al sistema. Al finalizar el estudio se realizó la selección de los mecanismos de seguridad a aplicar

6. RESULTADOS

El diseño desarrollado en este Trabajo Especial de Grado presenta una herramienta tecnológica que permite realizar diversas actividades médicas entre unidades fijas manejadas por médicos residentes y especialistas.

En el siguiente capítulo se muestran los resultados del desarrollo de este trabajo. Se presenta la interfaz gráfica web realizada, y los resultados obtenidos al llevar a cabo cada uno de los pasos concernientes a las etapas de captura y selección de la imagen, y la transmisión de la misma.

6.1 Topología del sistema:

La topología del sistema es centralizada, ya que se requiere mantener concentrada y actualizada toda la información en un servidor web. Este será el centro de gestión y almacenamiento de toda la data transferida entre el médico residente y el médico especialista en el área.

6.2 Tipo de información a transmitir

El tipo de información que el sistema transmite se limita a texto e imágenes, específicamente se trasmite datos del médico, datos de historias clínicas de pacientes e imágenes de lesiones, enfocándose así en la telegestión y teledermatología.

Para la trasmisión de datos de historias clínicas se diseña un modelo adaptado a las necesidades médicas y tecnológicas, que requiere el sistema de telemedicina, dicho historial se compone de las siguientes secciones:

-Información Personal y Clínica: en esta sección se registran los datos de identificación del paciente. Comprende el apartado de antecedentes, enfermedades patológicas y no patológicas y en el caso de ser mujer datos de gineco-obstetricia

-Enfermedad actual: en estos campos de describe el motivo de la consulta, el diagnóstico del médico residente guiándose por el protocolo de la aplicación.

-Galería de imágenes: muestra las imágenes de lesiones del paciente para que el especialista pueda estudiar su caso.

-Diagnóstico/Plan/Evolución: esta sección describe con detalle el diagnóstico final junto con las indicaciones del tratamiento que debe seguir el paciente.

Por último, registra la evolución que ha tenido el paciente desde que acudió a su penúltima cita. O el registro de una nueva consulta del mismo paciente.

6.3 Estudio de imágenes

Al estudiar las diferentes técnicas de compresión, se comprobó que el formato JPEG ya es una técnica de compresión con pérdida, por lo cual se decidió no aplicar más compresión a las imágenes, ya que disminuía considerablemente su calidad, característica que en el ámbito dermatológico es indispensable.

Para poder determinar los parámetros de calidad de imagen, se elaboró una encuesta en la que se presentan todas las imágenes con sus distintas resoluciones, la cual fue aplicada a un grupo de 4 especialistas.

Al aplicar la encuesta, las observaciones hechas por los especialistas, destacan que no se evidencia diferencia visible al ojo humano entre las imágenes de las diferentes resoluciones, definido así que la mínima preferida por los especialistas es de 1600x1200 pixeles.

De igual manera para la selección de la cámara se concluyó que con un equipo de 3 MP o equipos con opciones de resoluciones de 1200x1600 pixeles a 3000x400 pixeles se puede utilizar en la aplicación, sin distinción de marca alguna. Inclusive funcionan cámaras integradas en teléfonos móviles, siempre y cuando cumplan con las condiciones del protocolo.

Para normalizar y poder distinguir la distorsión de colores que pueden arrojar los quipos se utilizó una carta de color.

6.4 Estudio del servidor

La instalación y configuración del servidor fue realizada en su totalidad por el DTI de la UCAB, para su verificación se utilizó el Putty realizando la conexión remota por consola al sistema, dando como resultado que posee un sistema operativo gratuito de Ubuntu 10.04.3 LTS

Así mismo, en dicho servidor se encuentra instalado Apache y MySql, para la conexión a la base de datos y visualización de la aplicación web.

6.5 Selección del método de transmisión

Los procesos de transferencia de archivos se lograron realizar con éxito. Para lograr el enlace por VPN se necesitó configurar el programa VPNClient con los datos de conexión externa que el DTI-UCAB nos proporcionó. Luego se siguieron los pasos necesarios para establecer la conexión con la red interna de la UCAB.

Una vez conectado a la red, para el proceso de transferencia de archivos desde la pc hacia el servidor Fillezilla nos brindó una interfaz amigable con la cual se pudo realizar la subida y bajada de archivos necesarios, este proceso se realizó de manera remota mediante el protocolo *SSH*, y la transferencia de archivos se realizo mediante *SFTP*.

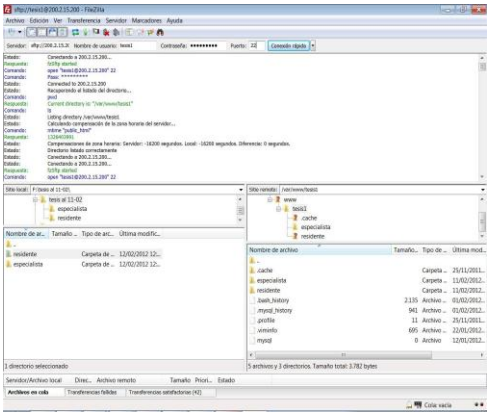


Ilustración 2. Ventana de conexión Filezilla

6.6 Diseño e implementación del sistema

6.6.1 Diseño e implementación del sistema

El diseño de este sistema de telemedicina se basó precisamente en una aplicación web, programada en Html5, PHP y MySQL. El formato de historial médico y la página web a desarrollar se implementan en PHP, MySQL y Html5.

La aplicación está compuesta por 6 bases de datos. Creadas en MySQL Administrator Version 1.2.17

Base de datos 1: en la que se almacenan los datos de los médicos que acceden a la aplicación.

Base de datos 2: aquí se almacena los datos personales y clínicos de cada paciente.

Base de datos 3: esta base de datos almacena los datos de las consultas dermatológicas.

Base de datos 4: aquí se almacena los resultados obtenidos de diagnóstico y tratamiento de cada caso.

Base de datos 5: esta base de datos almacena los datos de las consultas para seguimiento de los casos.

Base de datos 6: en la que se almacena los datos de las imágenes que se transfieren.

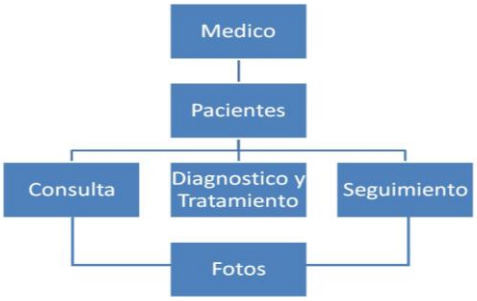


Ilustración 3. Esquema de la base de datos
Fuente: Elaboración propia

6.6.2 Diseño de aplicación de telegestión

Se elaboró la aplicación de telegestión en Illumination Software Creator. Se crearon trece formularios, enumerados y descritos a continuación:

-Entrada al Sistema: permite el acceso a usuarios registrados, denegando el acceso a personas no autorizadas al sistema.

-Registrarse: permite aquellos médicos que no tienen acceso a la aplicación poder acceder a ella.

-Olvido su Contraseña: Proporciona al usuario la contraseña en caso de olvido

-Búsqueda de Paciente: Permite realizar la búsqueda de los pacientes ya existentes en la base de datos.

-Registro de nuevo paciente: Al ingresar un paciente por primera vez al sistema, se llenan todos sus datos personales y clínicos en este formulario.

-Datos Clínicos del nuevo paciente: Se continúa el formulario anterior completando los datos clínicos del paciente.

-Consulta Dermatológica: este formulario permite crear la consulta por el cual, el paciente será evaluado por el especialista.

-Galería de Imágenes: se cargaran las imágenes preseleccionadas para el estudio de las lesiones.

-Diagnóstico y Tratamiento: permite crear u observar el diagnóstico y tratamiento emitido por el especialista

-Pacientes: permite acceso a ver historia clínica y la consulta, así como también, ir al formulario de seguimiento o la creación de una nueva consulta

-Seguimiento: Permite emitir un seguimiento de la última consulta.
-Historia Clínica: permite observar todos los datos personales y clínicos del paciente

-Ver Consulta: permite observar todos los datos de la última consulta del paciente

Ilustración 4. Ventana de Entrada al sistema.
Fuente: Elaboración propia

6.7 Pruebas y optimización

6.6.1 Pruebas de aplicación de telegestión

En esta etapa se realizaron las pruebas de las interfaces necesarias, como comprobación de la redirección de las páginas, validación de los datos, entre otras.

Se hizo la depuración y corrección de errores, y por último, se demostró la utilidad de esta aplicación para la gestión de datos entre médicos residentes y especialistas.

6.6.2 Pruebas de envío de imágenes

Se procedió a realizar el envío de imágenes utilizando la aplicación como cliente y servidor respectivamente. Se realizó el envío de una imagen dermatológica sin comprimir, y luego se envió la versión escalada de la misma imagen.

6.6.3 Pruebas con los médicos

Se procedió a entregar la aplicación a los médicos especialistas para su aprobación y última prueba de corrección. Los cuales realizaron diversas recomendaciones que fueron analizadas y tomadas en cuenta para los últimos ajustes de la aplicación y del protocolo. Realizando los médicos una carta de certificación de la aplicación.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En esta sección se describen las conclusiones que surgieron de este proyecto, plasmadas a través de los logros obtenidos al abarcar cada objetivo específico. Seguidamente, se presentan una serie de recomendaciones que servirán de ayuda para mejorar este sistema de gestión de citas médicas en un futuro.

7.1 Conclusiones

El estudio de las características del sistema de salud, así como de las diferentes tecnologías que pueden ser aplicadas para solucionar los problemas en el existente, permitió definir los parámetros necesarios para el desarrollo de una plataforma que integre diversidad de servicios en el área de Telemedicina, específicamente en Teledermatología. Siendo la base principal para la realización de este estudio la información proporcionada por los médicos especialistas.

Entre los requerimientos establecidos esta la calidad de las imágenes, siendo el formato JPEG el que ofrece una mejor relación calidad-tamaño, ya que aplica una compresión suficiente para proporcionar archivos que la red puede transmitir en un tiempo considerable, sin afectar de manera notable la calidad de las mismas. En el mercado actual la mayoría de las cámaras disponibles son compatibles con este formato, y presentan diversidad de resoluciones, siendo el rango optimo entre 1200x1600 pixeles.

Para la captura de imágenes se debe considerar luminosidad, fondo y distancia, ya que estos parámetros pueden afectar notablemente la fotografía. Se incluye la utilización de una carta de color la cual va a contribuir para determinar el grado de distorsión que presentan los colores en la imagen. El análisis de estas características intervino satisfactoriamente en el resultado obtenido, permitiendo la realización de un protocolo.

Los objetivos se alcanzaron con éxito; el diseño de una plataforma de integración de telemedicina cumple con los requerimientos técnicos y médicos necesarios para cohesionar estas dos disciplinas en una sola y lograr prestar un servicio de calidad y bajo costo. El diseño realizado tiene como finalidad prestar atención médica en el área de teledermatología mediante la presentación de la historia clínica bajo la forma de página web desarrollada en Html5, Php y MySql. Este mecanismo permite

almacenar la historia clínica del paciente y realizar consultas dermatológicas a distancia, así como el seguimiento de las enfermedades.

El área de seguridad fue cumplida ya que la red VPN suministrada por la UCAB permite la transmisión de datos de manera segura por un túnel al cual solo se puede acceder si se posee la dirección ip del servidor, el usuario y la clave correspondiente.

7.2 Recomendaciones

Para optimizar el funcionamiento de la aplicación se recomienda realizar alguna compresión adicional, y algún proceso de filtrado para recuperar calidad después del envío de las imágenes.

Utilizar métodos de calibración digital en los monitores de ambos especialistas con el fin de disminuir la distorsión de los colores, o en su defecto adquirir las cartas de color originales.

Realizar algún procedimiento para el pre-diagnóstico de las imágenes, es decir, alguna aplicación que automáticamente analizando la forma, colores, y otros aspectos, tamaño de las lesiones en las fotos pueda arrojar un pre-diagnóstico, que le sirva como referencia a los médicos, incluir una base de datos con los posibles modelos de las enfermedades dermatológicas para facilitar la realización de esta aplicación.

Incluir códigos para autoajuste del tamaño de las ventanas para que pueda observarse de forma uniforme en monitores de cualquier resolución.

En el área de Telemedicina se recomienda como punto indispensable poseer médicos que aprueben las aplicaciones con el fin de que el resultado obtenido pueda ser utilizado con facilidad y de manera eficiente por los especialistas, además que deben avalar que la información que se suministra en la información sea la necesaria para poder dar un diagnostico o una segunda opinión de un caso.

8. BIBLIOGRAFÍA

- *Organización Mundial de la Salud*. (2002). Recuperado el 28 de Abril de 2011, de www.who.int/es/
- Alvarez, M. A. (14 de Octubre de 2009). *http://www.desarrolloweb.com*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2011, de http://www.desarrolloweb.com/articulos/que-es-html5.html
- *American Telemedicine Association*. (s.f.). Recuperado el 29 de Abril de 2011, de http://www.americantelemed.org
- Cancelo, P. y. (2007). *La Tercera Revolución: Comunicación y su nomenclatura en inglés.* España: Editorial: Gesbiblo, S.L.
- Casanova, J. M., Buti, M., Martí, R. M., Baradad, M., Riba, D., & Freixanet, P. (2005). Teledermatología. *Educación Medica Continuada*, 53-64.
- Colobran, M. (2008). *Administración de Sistemas Operativos en Red*. Editorial UOC.
- Cruz D. & Zumbado, C. (2006). *Flash, PHP y MySQL: Contenidos dinámicos.* Madrid: Anaya Multimedia.
- Ferrer-Roca, O. (2001). *Telemedicina.* Madrid - España: Editorial Medica Panamericana, S.A.
- Garcia, W. (2010). *slideshare.* Recuperado el 27 de 05 de 2011, de http://www.slideshare.net/maixu61/caractersticas-de-la-imagen-digital
- Hernández Sampieri, R. y. (2006). *Metodologia de la Investigacion.* Mc Graw Hill. Cuarta Edicion .
- Hurvitz, M., Lobato, C., Pezzella, M., & Piñero, G. (2008). HISTORIA CLINICA ELECTRONICA. *Curso de*

Gestión y Organización de Servicios de Salud., Vol 3 N° 4.

- IBM. (28 de Marzo de 2009). *Almacen Infomatico*. Recuperado el 10 de Junio de 2011, de http://www.almacen-informatico.com/IBM_eserver-xseries-345-8670-K071XSP_33148_p.htm#ficha_tecnica
- Lara Ferrándiz Pulido, D. M. (2006). *Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de Andalucía.* . Recuperado el 5 de Mayo de 2011, de http://www.juntadeandalucia.es/salud/servicios/contenidos/aetsa/pdf/AETSA_2006-21_telederma.pdf
- Martins, N., & Varguillas, L. (2004). *Desarrollo de un sistema web de telemedicina para proveer segunda opinión médica especializada.* Trabajo Especial de Grado, Universidad Central de Venezuela: Caracas, Venezuela.
- Meléndrez, E. H. (2006). *Metodología de la Investigación.* Recuperado el 18 de Noviembre de 2011, de http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/hematologia/tesis.pdf.pdf
- Ordoñez, C. (2005). Formatos de imagen digital. *Revista Digital Universitaria*.
- *Portales Médicos*. (s.f.). Recuperado el 4 de Marzo de 2011, de http://www.portalesmedicos.com/diccionario_medico/index.php/Dermatologia
- Rodriguez Olivera, J. A., & Vezga De Francisco, L. D. (2007). *Diseño de Proyecto Piloto de Unidad Móvil de Telemedicina a través de Red Celular de Tercera Generación.* Tesis de Grado, Universidad Cátolica Andrés Bello. Caracas.
- Salud, C. N. (2007). *Serie: Tecnologias en Salud: Telemedicina* (Primera Edición ed., Vol. 3). Mexico: CENETEC - SALUD.

Apéndice de Protocolo de uso del sistema.

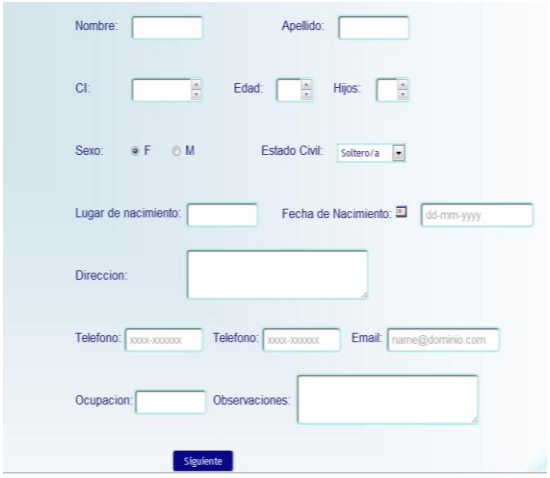
Este manual simple pretende ayudarle paso a paso para el llenado del formulario en línea. Lea atentamente todas las instrucciones antes de utilizar la aplicación.
Ingresar su e-mails y clave de acceso a la aplicación, si es la primera vez

-Registrarse: Completar sus datos, guardar y luego acceder en la página principal con los datos suministrados.

Si ha olvidado su clave, entre en la sección "**OLVIDO SU CLAVE**" y coloque su e-mail y podrá recibir en su correo la clave de acceso

Si desea revisar la Historia Clínica, el Diagnóstico y Tratamiento, Nueva Consulta o Seguimiento. Busque el paciente por su Nombre y Apellido o su Cedula de Identidad.
En el caso de ingresar nuevo paciente:

-Datos Personales: Rellenar formulario y en el recuadro de observaciones colocar especificación de su ambiente de trabajo y/o vivienda. (Exposición al sol, contacto con: químicos, animales, exceso de humedad, polvo, etc.).



-Datos Clínicos:
Completar sus antecedentes familiares.

-Herencia Familiar: Tuberculosis, Diabetes Mellitus, Hipertensión, Carcinomas, Cardiopatías, Hepatopias, Nefropatías, Enf. Endocrinas, Enf. Mentales, Epilepsia, Asma, Enf. Hematológicas, Sífilis. Colocar en el recuadro enfermedad y entre paréntesis quienes la padecen. (Ej.: Diabetes (Padre)).

-Patologías

- Enfermedades infecciosas de la infancia: rubeola, varicela, sarampión, parotiditis. En el caso de no haber padecido alguna colocar ninguna.
- Otras Enfermedades: Enf. Venéreas, fiebre tifoidea, neumonía, salmonelosis, paludismo, parasitosis, Enf. Alérgicas. . En el caso de no haber padecido alguna colocar ninguna
- Indicar si toma medicamentos actualmente.
- Intervenciones Quirúrgicas: Indicar si ha tenido intervenciones y en el caso de ser afirmativo indicar el motivo y la fecha
- Hospitalización: Indicar si ha tenido hospitalizaciones y en el caso de ser afirmativo indicar el motivo y la fecha
- Intolerancia a los Medicamentos: En el caso de ser intolerante a ciertos medicamentos colocar a cuales para tener la prevención necesaria.

-No Patológicos

- Tabaquismo: Indicar si fuma y en el caso de ser afirmativo, indicar en observaciones la frecuencia y el tiempo que tiene fumando.
- Alcoholismo: Indicar si consume alcohol y en el caso de ser afirmativo, indicar en observaciones la frecuencia. De ser necesario especificar el tiempo que tiene con la ingesta.
- Toxicomanías: Indicar si consume drogas y en el caso de ser afirmativo, indicar en observaciones la frecuencia. De ser necesario especificar el tiempo que tiene con la adicción
- Alergias.

Nota: Solo Pacientes Femeninas

-Gineco-Obstetricia

- Desarrollo Sexual: Indicar si ya se desarrolló y en el caso de ser afirmativo; la fecha en que fue su primer periodo
- Vida Sexual activa o no activa
- Método Anticonceptivos: Indicar si utiliza alguna inyección o pastilla.

✓ **Consulta**

Preguntar al Paciente cuando empezó, zona donde comenzó, si pica, arde, duele, o algún otro síntoma. En el caso de tener algún tratamiento indicar medicamentos y prescripción. Y en el caso de conocer las posibles causas indicarlo en el recuadro correspondiente.
Realizar examen físico teniendo en cuenta ciertas partes del cuerpo como el cuero cabelludo, boca, palmas y plantas.

-Topografía: Lugar donde se encuentra la dermatosis el cual se describe por segmentos de cabeza a pies y de izquierda a derecha. Indicar en la silueta dando un click en la figura sobre la zona afectada. Colocar en observaciones si la lesión está localizada, diseminada o generalizada; dividiendo el estudio en cuatro segmentos: 1) Cabeza y cuello; 2) Tronco; 3) Extremidades superiores; 4) Extremidades inferiores

- Localizada: cuando afecta un segmento.

- Diseminada: afecta dos y tres segmentos.
- Generalizada: Afecta cuatro segmentos

-Morfología: Tipo de lesiones elementales que constituyen una dermatosis. Se conoce como lesión elemental dermatológica a toda alteración de la piel.

- Dermatosis única o simple: Se realizará una descripción de cada dermatosis.
- Monomorfa: Se refiere a la presencia de más de un solo tipo de lesión elemental primaria.
- Polimorfa: Cuando existe más de un tipo de lesión primaria

-Examen Físico: De acuerdo a los lineamientos de la exploración clínica, se realiza la inspección, palpación y olfacción de las lesiones cutáneas:

- Número: Cantidad de lesiones.
- Agrupación: Las lesiones elementales al reunirse, en forma más o menos limitada presentan algún tipo de formación y pueden ser: blanda ondulada serpiginosa (como serpiente), circinada (en círculo o circunferencia) o policíclica (gyrata o figurata), etc.
- Forma: Las lesiones pueden tener diversas formas geométricas que nos auxilian
- Tamaño: Se mide la lesión y se anota el largo, ancho y alto, de ser varias, se anota la medida de la mayor y de la menor.
- Área o superficie o color: Se describirá todo lo que en ella se aprecie, el Color, textura, elevación, sensibilidad, temperatura, anexos, etc.

-Pre-Diagnostico: A continuación se describen ciertas dermatitis que pueden ser guía para algún pre-diagnostico:

- Macula. a toda lesión que está a nivel de la piel. Es una alteración en la coloración de la piel. Se clasifica en: 1. Por vasodilatación; 2. Por extravasación de los eritrocitos o sus pigmentos; 3. Por alteración del pigmento normal de la piel; 4. Por inclusión de pigmento a la piel
- Pápula. Es una elevación circunscrita de la piel, superficial, de menos de 1 cm, de consistencia sólida, que evoluciona a la curación sin dejar cicatriz.
- Habón. Elevación mal definida, edematosa, fugaz, de forma y tamaño variable.
- Vesícula. Colección de líquido menor de 1 cm
- Ampolla. Colección de líquido mayor de 1 cm.
- Pústula. Colección purulenta superficial de la piel.
- Absceso. Es una colección purulenta profunda de la piel, fluctuante, que presenta tumefacción, calor, rubor y dolor.
- Nódulo. Elevación firme mayor de 1 cm, bien delimitada, que al resolverse deja cicatriz.
- Goma. Es un proceso infeccioso e inflamatorio profundo o ganglionar que pasa por cuatro fases: 1. Formación, 2. Reblandecimiento, 3. Ulceración y 4. Cicatriz.
- Tumor. Es un crecimiento cutáneo, de forma, tamaño y consistencia variable que Tiende a persistir y crecer y puede ser benigno o maligno.
- Costra. Producto de la desecación de un exudado (sangre, pus o suero)
- Liquenficación. Engrosamiento y endurecimiento de la piel secundario a la irritación crónica (rascado) y acentuación de las líneas de la piel.
- Fisura. Pérdida de la continuidad lineal (hendidura) que afecta hasta la parte superior de la dermis.
- Erosión o exulceración. Pérdida epidérmica que no deja cicatriz.
- Úlcera. Pérdida de tejido a partir de la dermis que puede llegar a músculo o hueso y a resolverse deja cicatriz.
- Cicatriz. Proceso fibroso de reparación tisular.
- Queratosis. Engrosamiento de la capa córnea

- Escama. Desprendimiento visible de la capa córnea de la piel, palpable y visible.
- Esclerosis. Endurecimiento parcial de la piel, palpable y visible.
- Atrofia. Adelgazamiento cutáneo que resulta de la reducción del número y volumen

de sus elementos constitutivos.

- Necrosis. Degeneración de un tejido por muerte celular que origina una escara.

-Imágenes:

Para la Captura de imágenes tener en cuenta ciertos aspectos:

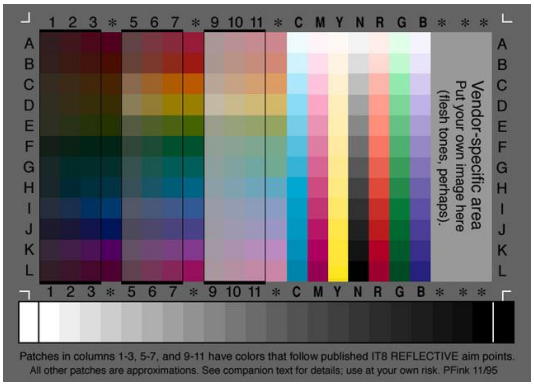
- Iluminación: Para logar una buena foto se recomienda iluminación de luz blanca o natural no excesiva, además tomar las fotos sin flash.
- Se recomienda fondos para las fotos que sean unicolores, preferiblemente colores como gris o beige. NO blanco ni negro.
- Cargar mínimo 3 fotos: una panorámica donde muestre donde está localizada la lesión, otra donde se logre observar detalles de la lesión; una carta imagen de la carta de color que esta anexada a este documento. Y por último en el caso de poseerlo y/o ser necesario anexar imagen de exámenes complementarios.

Nota: La carta de color anexada a este documento tiene la finalidad de que ambos médicos puedan observar la distorsión de color en las fotografías.

- La distancia mínima para lograr un enfoque adecuado es aproximadamente 10 cm y la óptima aproximadamente 15 cm. Si usted determina que sea necesario mayor detalle de la lesión agregar fotos con zoom a una distancia aproximada de 20cm.
- Tomar cantidad de fotos que considere necesaria para que pueda elegir una vez ya descargadas a la Pc las más óptimas, donde se refleje con gran detalle los tres aspectos anteriormente mencionados.

Nota: la resolución mínima de las fotos debe ser de 1200x1600 pixeles.

Envío de Datos:

Comprobar la conexión a Internet para proceder a enviar todos los datos al especialista.

Carta de color: