



**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES**

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA DISPOSITIVOS MÓVILES
QUE PERMITA TRANSMITIR Y RECIBIR IMÁGENES
DERMATOLÓGICAS.**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

REALIZADO POR

Fabiana A. Garranchan G

Samuel T. Ortega O

PROFESOR GUÍA

Prof. Iván Escalona.

FECHA

Caracas, Noviembre 2013



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA DISPOSITIVOS MÓVILES
QUE PERMITA TRANSMITIR Y RECIBIR IMÁGENES
DERMATOLÓGICAS**

REALIZADO POR

Fabiana A. Garranchan G

Samuel T. Ortega O

PROFESOR GUÍA

Prof. Iván Escalona.

FECHA

Caracas, Noviembre 2013

RESUMEN
DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA DISPOSITIVOS MOVILES
QUE PERMITA RECIBIR Y TRANSMITIR IMÁGENES
DERMATOLÓGICAS

Garranchan, Fabiana
fgarranchan@hotmail.com

Ortega, Samuel
stortega.11@gmail.com

La movilidad de los datos representa una gran ventaja en el campo de la telemedicina para prestar asistencia médica a distancia estableciendo diagnósticos precisos y permitiendo la creación de nuevos modelos de apoyo en dicha área.

Es por ello que en el presente trabajo especial de grado se desarrolló una aplicación para dispositivos móviles que cubre las necesidades básicas de los especialistas en el área de dermatología para un mejor diagnóstico al transmitir y recibir imágenes dermatoscópicas en cualquier sitio del país en el que se encuentre el doctor.

Para la implantación de la Aplicación se utilizó un dermatoscopio para capturar las imágenes de las lesiones en la piel, en donde se obtuvo un banco de pruebas para estudiar las propiedades de cada una y seleccionar aquellas que reunían las características requeridas por el especialista.

Asimismo, se establecieron rutinas a través del lenguaje de programación JAVA utilizando el entorno ECLIPSE, el cual permitió el desarrollo de la aplicación en el Sistema Operativo Android.

La conexión de la aplicación al servidor de la Universidad Católica Andrés Bello se realizó a través de una VPN (Red Privada Virtual- Virtual Private Network).

Se procedió a la creación de una función llamada “Doctores”, en la cual es posible establecer una conversación vía chat en tiempo real para la interacción de los médicos tratantes sobre una lesión cutánea en un paciente.

Palabras Claves: Dermatología, Android, Dermatoscopio, Servidor, Captura de Imágenes.

ABSTRACT

Data mobility is a big advantage in the field of telemedicine for remote medical assistance establishing accurate diagnosis and allowing the creation of new models of support in this area.

For this reason, in this thesis was possible to develop an application for mobile devices that covers basic needs of specialists in the area of dermatology for better diagnosis of dermoscopic images, allowing the transmission and reception from anywhere in the country regardless of the location of the specialist (doctor).

In order to capture skin lesions images for the application, it was implemented the use of the dermatoscope, where it is possible to obtain a bench bank with the object to study the characteristic of the images selected according to the criteria required by the specialist

The routines of the application were established through Java programming language using ECLIPSE environment, which allowed the development of the application on the Android Operating System.

The connection to the server application from the Catholic University Andrés Bello was performed through a VPN (Virtual Private Network - Virtual Private Network).

We proceeded to the creation of a function in which, it is possible to establish a real time messaging conversation between physicians based on a skin lesion in a patient.

Key Words: Dermatology, Android, dermatoscope, Server, Image Capture.

DEDICATORIA

A Betzaida, Luis y Claudia quienes siempre han sido mi guía y les debo este gran logro.

A mi madre, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional.

A mi padre,
A toda mi familia,
A todos mis amigos.

Fabiana Garranchan García

Samuel Ortega

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios y a la Virgen del Valle por cada paso que doy.

Gracias mamá, porque sin ti esto no hubiese sido posible, por guiarme y estar presente a lo largo de este camino que aunque no ha sido fácil, siempre has estado ahí para darme los mejores consejos y apoyarme cada día. Todo lo que soy te lo debo a ti mamita, te amo demasiado.

Gracias papá, por confiar en mi desde el primer momento y darme la oportunidad de lograr esta meta, por todas las palabras que me has sabido dar y por estar presente en cada etapa de mi vida, te amo papi.

Hermana, eres mi mejor ejemplo de constancia y perseverancia, y de que si te lo propones se puede lograr, gracias por estar en todo momento a mi lado a lo largo de este recorrido que por fin logramos llegar a la meta, te amo hermana.

A mi abuelita Caridad que siempre has estado presente y he recibido todo tu amor y tu apoyo, te amo abuelita.

A mi abuelita Elsa, que ahora eres un angelito te doy gracias por tu cariño y te dedico este gran logro.

A mi familia quienes siempre me han brindados todo su cariño, gracias por todo.

A Carlos, gracias por estar conmigo siempre, por ayudarme en todo momento y por tu apoyo incondicional, te quiero mucho.

A la Dra. Mayerith Torreyes quien nos guió en el área de la dermatología para hacer posible este trabajo especial de grado.

Agradezco a mi tutor, Iván Escalona quien nos guió en la elaboración de este gran proyecto.

A mi Kotuffa hermosa, te amo demasiado.

Karla (B), gracias por estar ahí para mí, por ser una gran amiga, te quiero mucho.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

Gracias a mi prima Yra que sin tus clases de proba no estaría aquí, por toda la paciencia, y todos los buenos ratos que pasamos juntas, te quiero mucho.

A mi gran compañero y amigo Samuel, que comenzamos juntos esta carrera y ahora podemos decir que lo logramos!!!.

A todos mis amigos que conocí a lo largo de la carrera, les doy las gracias por hacer este viaje más agradable.

Fabiana Garranchan García

A todas las personas involucradas en el proyecto, y a todas las que de una u otra forma nos prestaron su colaboración en el diseño y ejecución del proyecto; el Profesor Iván Escalona, La Doctora Mayerith Torreyes, el Ingeniero José R. Suárez.

Samuel Ortega

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	II
ABSTRACT	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTOS	V
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
LISTA DE ACRÓNIMOS	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XIV
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO	1
I.1.Planteamiento del Problema.....	1
I.2.Objetivos	2
I.2.1.Objetivo General.....	2
I.2.2.Objetivos Específicos.....	2
I.3 Alcances y Limitaciones	3
I.3.1.Alcances	3
I.4.2. Limitaciones.....	3
I.5 Justificación	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
II.1 Telemedicina.....	5
II.2. Dermatología.....	6
II.3 Teledermatología	6
II.4. Clasificación de Teledermatología.	6
II.4.1. Tiempo real (on-line) o síncrona	7
II.4.2. Diferido (<i>store and forward</i> –almacenaje y envío- S&F) o asíncrona	8
II.5. Ventajas y Desventajas en la Teledermatología	9
II.6. Dermatoscopio	9

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

II.7. Fototipos Cutáneos	9
II.7.1. Fototipo Cutáneo I.....	10
II.7.2. Fototipo Cutáneo II	10
II.7.3. Fototipo Cutáneo III.....	10
II.7.4. Fototipo Cutáneo IV	10
II.7.5. Fototipo Cutáneo V.....	11
II.8. Dermatoscopia.....	11
II.9. Teledermatoscopia.....	12
II.10 Redes VPN	12
II.12. Sistemas Operativos	13
II.12.1. Sistema Operativo Android.....	13
II.12.2. Sistema Operativo Blackberry	15
II.12.3. Sistema Operativo iOS.....	16
II.13. Cliente.....	17
II.14 Servidor	18
II.15 Arquitectura Cliente/Servidor.	18
II.16 Servicio Web	18
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	19
III.1. Definición del tipo de proyecto.....	19
III.2. Procedimiento	19
III.2.1. Fase I: Levantamiento de información	19
III.2.2. Fase II: Captura y selección de las imágenes	20
III.2.3. Fase III: Estudio del Lenguaje de Programación.....	21
III.2.4 Fase IV: Estudio del servidor.....	21
III.2.5. Fase V: Selección del método de transmisión	22
III.2.6 Fase VI: Diseño e implementación del sistema	22
III.2.7 Fase VII: Pruebas y optimización.....	22
CAPÍTULO IV. DESARROLLO	23
IV. 1.Levantamiento de información	23

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

IV.2.Captura y selección de imágenes.....	25
IV.2.1.Imágenes de Mapa de Bits.	26
IV.2.2. Imágenes Vectoriales.	27
IV.2.3.Tipos de compresión	27
IV.2.4.Tipos de formatos para imágenes digitales	29
IV.3. Estudio del Lenguaje de	36
IV.3.1. Sistema Operativo Android.....	37
IV.3.2. Sistema Operativo Blackberry OS	37
IV.3.3. Sistema Operativo IOS.....	38
IV.4. Estudio del servidor.....	38
IV. 5. Método de Transferencia de Archivos.	40
IV.6.Diseño e implementación del sistema.	40
IV.6.1 Diseño de aplicación de Teledermatología	40
IV.6.3 Provisión de seguridad al sistema	41
CAPITULO V. RESULTADOS	42
V.1. Estudio de Imágenes	42
V.2. Estudio de lenguaje de programación.....	45
V.3. Estudio del servidor	45
V.4. Método de transmisión de archivos al servidor.	46
V.5. Diseño e implementación del sistema	49
V.5.1 Base de Datos	49
V.5.2 Diseño de la aplicación de Teledermatología.....	49
V.7. Pruebas y optimización.....	66
V.7.2 Pruebas de chat.....	66
V.7.2 Pruebas de envío de imágenes.....	67
V.7.3 Pruebas con los médicos.....	67
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
BIBLIOGRAFIA	71
ANEXO °1.....	74

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

Protocolos y Programas para la Transferencias de Archivos.....	74
ANEXO N° 2	77
Lenguajes de Programación	77
ANEXO N°3	82
Funcionamiento y características del dermatoscopio Dermlite II Hybrid M.....	82
Funcionamiento y Características del Dermatoscopio Dermlite II Hybrid M	83
ANEXO N°4	85
Imágenes tomadas con el dermatocopio Dermlite II Hybrid M (Imágenes sin el dermatoscopio y con el dermatoscopio de prueba).....	85
ANEXO N°5	88
Formato de Encuesta.....	88
ANEXO N°6	91
Resultados de las encuestas realizadas por los Dermatólogos en el Hospital Militar Doctor Carlos Arvelo	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figure 1. Clasificación de Fototipos Cutáneos.....	11
Figura 2. Redes VPN.....	13
Figura 3. Dermatoscopio DermLite II híbrid m.	36
Figure 4. Diagrama funcional de la aplicación.....	41
Figura 5. Mejor Resolución de Cámaras en Dispositivos Móviles.	43
Figura 6. Fototipos Cutáneos.....	44
Figura 7. Utilidad de la aplicación.	44
Figura 8. Putty	46
Figura 9. Creación de una nueva conexión VPN.....	47
Figura 10. Ingreso al sistema y autenticación del usuario.....	48
Figura 11. Estado de Conexión.....	48
Figura 12. Filezilla.....	49
Figura 13. Inicio de la aplicación	50
Figura 14. Entrada al Sistema.....	51
Figura 15. Registro.	52
Figura 16. Menú Principal.....	53
Figura 17. Lista de Doctores.	54
Figura 18. Agregar un Doctor.....	55
Figure 19. Chat entre Doctores.....	56
Figura 20. Lista de Pacientes.....	57
Figura 21. Agregar un Paciente.....	58
Figura 22. Historia Médica de Paciente.....	59
Figura 23. Cámara.	60
Figura 24. Cámara del Dispositivo Móvil.	60
Figura 25. Guardar Imagen.....	61
Figura 26. Enviar Imágenes.....	62
Figura 27. Trasmisión de la Imagen por Correo Electrónico.	62
Figura 28. Galería.	63
Figura 29. Seleccionar la Imagen a Enviar.....	64
Figura 30. Enviar Archivo Seleccionado.....	65
Figura 31. Enviar Imagen por Correo Electrónico.	65
Figura 32. Acerca de.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ventajas y Desventajas de la Teledermatología.	9
Tabla 2. Reuniones y Entrevistas.	24
Tabla 3. Diferencias entre formatos de imágenes.	34
Tabla 4. Comparación de Cámaras de dispositivos móviles.	35
Tabla 5. Matriz FODA Sistema Operativo Android.	37
Tabla 6. Matriz FODA Sistema Operativo Blackberry OS.	37
Table 7. Matriz FODA Sistema Operativo iOS.	38
Tabla 8. Ficha General del Servidor xSeries 345 8670.	39

LISTA DE ACRÓNIMOS

- APIs:** Interfaz de programación de aplicaciones (*Application Programming Interface*).
- DTI:** Departamento de Tecnologías de Información.
- GIF:** Formato de intercambio de Gráficos (*Graphics Interchange Format*)
- JPEG:** Unión de Grupo de Expertos Fotográfico (*Joint Photographic Experts Group*).
- LAN:** Red de Área Local (*Local Area Network*).
- NDK:** Kit de Desarrollo Nativo (*Native Development Kit*)
- PDF:** Formato de Documento Portable (*Portable Document Format*)
- PNG:** Gráficos de red portátil (*Portable Network Graphics*)
- RDSI:** Red Digital de Servicios Integrados.
- S.O:** Sistema Operativo.
- SDK:** Kit de Desarrollo de Software (*Software Development Kit*)
- SSH:** Intérprete de órdenes Segura (*Secure SHell*).
- TCP:** Protocolo de Control de Transmisión (*Transmission Control Protocol*).
- TD:** Teledermatología.
- TIFF:** Formato de Fichero de Imágenes Etiquetado (*Tagged Image File Format*)
- TM:** Telemedicina.
- URL:** Localizador Uniforme de Recursos (*Uniform Resource Locator*)
- VPN:** Red Privada Virtual (Virtual Private Network).
- WAN:** Red de Área Amplia (*Wide Área Network*)

INTRODUCCIÓN

Con la generalización de Internet como canal de información y comunicación cotidiana entre personas, la Telemedicina ha encontrado un medio idóneo para brindar una variedad de servicios centrados en las necesidades regionales y de las comunidades, utilizando las Tecnologías de Información y Comunicación para proporcionar apoyo a la asistencia sanitaria, sin tomar en cuenta la distancia entre quienes ofrecen el servicio y los pacientes que lo reciben.

Asimismo, la Tele dermatología surge como consecuencia de aplicar las nuevas tecnologías a la dermatología convencional, permitiendo realizar informes de diagnósticos de lesiones cutáneas sin que el paciente se encuentre en la consulta de dermatología, ya sea a través de imágenes obtenidas con cámaras digitales adecuadas o dermatoscopios. Con este proyecto se pretende desarrollar una aplicación efectiva que sea de gran ayuda a los médicos de esta rama de la medicina, para así poder transmitir y recibir imágenes dermatológicas utilizando dispositivos móviles para permitir el acceso a la asistencia especializada a un gran número de pacientes con problemas dermatológicos relevantes en un tiempo óptimo, realizar diagnóstico precoz, facilitar el seguimiento de pacientes con enfermedades crónicas, entre otros beneficios que pueda traer dicho proyecto.

La presente investigación se encuentra estructurada en cinco capítulos, los cuales abarcan el desarrollo y resultados obtenidos.

En el capítulo I se desarrolla el planteamiento del problema, el por qué y para qué del proyecto, así como los objetivos necesarios para la realización (generales y específicos), la justificación de la investigación, sus alcances y limitaciones. El Capítulo II contiene el conocimiento, los conceptos y las bases teóricas necesarias para el desarrollo del proyecto. El Capítulo III describe la metodología utilizada, es decir, las actividades que se realizaron durante el trabajo de grado para alcanzar los

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

resultados y cumplir con los objetivos propuestos; presenta y describe los procedimientos aplicados en cada una de las fases de la investigación: levantamiento de información, captura y selección de imágenes, programación, pruebas realizadas, entre otros. En el Capítulo IV se describe el desarrollo del proyecto en cada una de las fases. En el Capítulo V se presenta y explica cada uno de los resultados obtenidos, y por último el Capítulo VI muestra las conclusiones y recomendaciones.

Para finalizar el trabajo de investigación se encuentra la bibliografía consultada que sirvió de apoyo para los aspectos conceptuales, los anexos y apéndices que contienen información complementaria utilizada en el proyecto durante su desarrollo.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

En este capítulo se explica en forma general el proyecto desarrollado en el área de Tele dermatología, la importancia y justificación de su realización, el objetivo general, los objetivos específicos, el alcance y las limitaciones presentadas en su ejecución.

I.1. Planteamiento del Problema

En el área de salud se tienen muchas necesidades, tanto la escasez de especialistas en diversos lugares, como la gran cantidad de personas que necesitan hacer uso del sistema de salud que conlleva al aumento del tiempo de espera para una consulta, lo que es inadmisibles en patologías crónicas en las que el diagnóstico y tratamiento precoz son fundamentales para la atención adecuada del paciente.

A pesar de que algunos centros clínicos pueden contar con médicos y personal altamente capacitados, éstos muchas veces no pueden prestar un servicio eficiente debido a la alta demanda de dichos servicios, deficiencia de insumos y/o incapacidad de la infraestructura física disponible.

Otro problema existente especialmente en sectores marginados o remotos de difícil acceso, es el traslado del paciente al centro hospitalario. Esto puede ocasionar que empeore el estado de salud de la persona, y además origina un gasto económico que muchas veces el paciente no puede costear, por lo que simplemente desiste de ir al médico, dejando sin tratamiento la posible enfermedad o sintomatología que presenta.

Debido a esto surge la Telemedicina, la cual tiene entre sus objetivos prestar atención asistencial en áreas que cuentan con poca atención médica, pero también puede ser útil en áreas urbanas, con el fin de ahorrar costos, tiempo e inconvenientes

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

a los pacientes. La telemedicina posee una estructura basada en conectividad, estándares, informática médica, tele aplicaciones y tele educación.

El área de dermatología es una especialidad apropiada para la Telemedicina, ya que los diagnósticos se sustentan en la morfología de lesiones observables directamente. La Teledermatología fue utilizada en sus inicios con fines docentes, y posteriormente tomó auge en el área asistencial.

Como un aporte a esta necesidad, se desarrollará una aplicación sobre el sistema operativo Android para recibir y transmitir imágenes, con la finalidad de dar asistencia médica dermatológica a distancia.

I.2.Objetivos

I.2.1.Objetivo General

Diseñar e implementar una aplicación en dispositivos móviles sobre el sistema operativo Android para recibir y transmitir imágenes dermatológicas.

I.2.2.Objetivos Específicos

- Investigar las condiciones con que deben tomarse las fotos con cámaras digitales para su uso en diagnóstico dermatológico, tales como, por ejemplo, exposición, luminosidad, ángulos, correcciones de color, comparación de lesiones con tejidos sanos, etc.
- Estudiar las características de un dermatoscopio.
- Recibir imágenes en un dispositivo móvil a partir del dermatoscopio.
- Evaluar distintas opciones para la transmisión de imágenes y seleccionar la más adecuada para realizar pruebas en este trabajo.
- Transmitir imágenes del dispositivo móvil al servidor de la Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones y almacenarlas junto con la historia respectiva para su posterior reenvío a otros dispositivos móviles.

I.3 Alcances y Limitaciones

I.3.1. Alcances

El alcance de este proyecto incluye el uso de un dispositivo móvil con sistema operativo Android, donde se puede desplegar la información guardada en el servidor de la Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones en la UCAB. Solo incluirá transmisión y recepción de imágenes de lesiones cutáneas.

El destino de la información será un dispositivo móvil junto con un respaldo en un servidor seguro que ofrece la Universidad.

La aplicación incluirá la presentación de las imágenes dermatológicas y los datos del paciente en una interfaz gráfica.

El proyecto establecerá un protocolo que permite a un asistente médico distante capturar y seleccionar las imágenes más representativas de una lesión dermatológica para ser transmitida a un servidor donde se almacenará.

I.4.2. Limitaciones

- Todos los dispositivos móviles deben tener como sistema operativo Android y a su vez conexión a Internet.
- No se hará un enfoque en conocimientos médicos, sino tecnológicos.
- Una de las limitaciones presentada es la política de seguridad de la DTI-UCAB la cual no permite la elaboración de una red VPN propia, sino que ella suministra un túnel seguro a la red interna de la Universidad, además de un usuario ya configurado con permisos restringidos para el acceso al servidor. Esto impide en la transferencia de archivos, poder analizar diversos protocolos para observar cual se adapta mejor a nuestras necesidades. Los códigos y las configuraciones internas tanto de la red como del servidor, en su mayoría, no pueden ser suministrados para su análisis.
- El estudio se realizó bajo las condiciones de conexión en el servidor permitidas en la Universidad Católica Andrés Bello.

I.5 Justificación

Este proyecto se plantea con el fin de reducir en gran medida, el tiempo que pueda tardar un dermatólogo tratante, en consultar con otro especialista, sobre algunas lesiones que pueda poseer el paciente.

Con la ayuda de los dispositivos móviles y un dermatoscopio portátil, se pretende facilitar y mejorar el diagnóstico que el médico tratante pueda realizar sobre un paciente, sin la necesidad de contar con un dermatoscopio de gran tamaño, que en muchos casos, solo los pueden costear las clínicas y algunos hospitales.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se expone la información conceptual necesaria para llevar a cabo el desarrollo de la aplicación en el Sistema Operativo Android para la transmisión y recepción de imágenes.

II.1 Telemedicina

La Telemedicina se encarga de utilizar las Tecnologías de Información y Comunicación para proporcionar apoyo a la asistencia sanitaria, independientemente de la distancia entre quienes ofrecen el servicio y los pacientes que lo reciben. Con la generalización de Internet como canal de información y comunicación cotidiana entre personas, la Telemedicina (TM) ha encontrado un medio idóneo para brindar una variedad de servicios centrados en las necesidades regionales y de las comunidades.

Por medio de la adopción y uso de tecnologías y técnicas apropiadas, la Telemedicina puede propiciar nuevas formas de interacción entre las personas y los sistemas de salud, así como entre los profesionales y organizaciones en la atención médica, modificando cualitativamente: factores de seguridad; y cuantitativamente: factores de velocidad y distancia; facilitando un acceso rápido, sencillo, flexible y colaborativo a los profesionales de la salud para beneficio de la población.

Así, la Telemedicina es tanto una herramienta como una técnica. Es una herramienta porque su desarrollo va de la mano con el avance tecnológico y permite ofrecer servicios médicos a distancia, pero también es una manera de desarrollar nuevos procedimientos diagnósticos y terapéuticos haciendo énfasis en la relación médico-paciente y centrando los servicios en el paciente. Por un lado, facilita efectuar diagnósticos y tratamientos a distancia en conjunto con médicos especialistas hasta los sitios más remotos; permite también mantener al personal actualizado al llevar capacitación hasta su lugar de trabajo además de enfatizar en las acciones de prevención al proporcionar información a la población [1].

II.2. Dermatología

La dermatología es una especialidad de la medicina que se ocupa del conocimiento y estudio de la piel humana y de las enfermedades que la afectan. Esta especialidad también se preocupa de la prevención de las enfermedades y de la preservación o la recuperación de la normalidad cutánea así como de la dermocosmética que se dedica a la higiene, a la apariencia y protección de la piel. [2]

Ya que la piel es el mayor órgano del cuerpo y, obviamente, el más visible, se tiene un enfoque especial hacia él, aunque muchas enfermedades de este órgano se presentan aisladas, algunas de ellas son exteriorizaciones de dolencias internas. Por consiguiente, un dermatólogo posee conocimientos en cirugía, reumatología (muchas de las enfermedades reumatológicas presentan síntomas cutáneos), inmunología, enfermedades infecciosas y endocrinología. También se está incrementando la importancia del estudio de la genética.

II.3 Tele dermatología

Es una técnica que permite ofrecer atención dermatológica a distancia ya sea a través de imágenes obtenidas con cámaras digitales adecuadas o dermatoscopios, que son remitidas a un dermatólogo para su diagnóstico, lo que significa que el especialista puede estar situado en un lugar distinto al del paciente y el médico general mientras exista algún tipo de conexión a través de las telecomunicaciones entre los dos. [3]

II.4. Clasificación de Tele dermatología.

La Tele dermatología (TD) puede ser síncrona o asíncrona según sea su sincronización, a continuación se presentan estos dos tipos:

II.4.1. Tiempo real (on-line) o síncrona

La TD en tiempo real utiliza el sistema de teleconferencia o conferencia, su característica principal es la sincronización entre los involucrados. Por lo general incluye paciente/médico de atención primaria y dermatólogo.

Para la aplicación de esta tecnología se utilizan terminales de videoconferencia constituidos por videocámaras de calidad media-alta, monitores o pantallas de TV, terminales de ordenador con software de videoconferencia, trípodes y red con ancho de banda suficiente para la transmisión audiovisual. Además de los recursos tecnológicos, la práctica de videoconferencia requiere disponer de una organización que permita que paciente, médico de atención primaria y dermatólogo coincidan en el tiempo para el desarrollo de la tele consulta.

Un primer punto crítico para el establecimiento de sistemas de videoconferencia lo constituye el canal de transmisión disponible, en tanto que debe ofrecer una velocidad que garantice la fluidez de una consulta a tiempo real. Para ello, el medio más aplicado en el país es la línea telefónica o LAN (Local Area Network); en cuanto a la red telefónica, la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) es la solución más viable, ya que se trata de una línea digital de alta velocidad que permite un gran ancho de banda capaz de transmitir videoconferencia en tiempo real.

Por otro lado, existe multitud de software de gestión de videoconferencia que debe adaptarse al tipo de datos que serán transmitidos, así como al tipo de videoconferencia que se establezca (monopunto, multipunto, etc.). Por lo tanto, una unidad de videoconferencia quedaría constituida por ordenador, hardware de comunicación, software de videoconferencia, monitores, altavoces, cámara, y algunas unidades más avanzadas incluirían sistemas de robotización para el control del movimiento de la cámara. [3]

II.4.2. Diferido (*store and forward* –almacenaje y envío- S&F) o asíncrona

La TD diferida consiste en la recogida de información clínica e imágenes del paciente, su almacenamiento y transferencia posterior para su evaluación por un dermatólogo remoto. En general, esta transmisión puede llevarse a cabo mediante correo electrónico, con un modelo de historia clínica, junto con las imágenes de las lesiones cutáneas en archivos adjuntos. Otra opción que ha ido sustituyendo el correo electrónico consiste en el desarrollo de entornos web consistentes en plataformas de manejo sencillo, y en las que se presenta la información clínica en formularios estándar o incluso con campos de texto abierto a la descripción de historias clínicas resumidas; la inserción de imágenes se lleva a cabo directamente mediante vínculos presentados en las pantallas de la plataforma.

La práctica de TD diferida implica la captación de imágenes clínicas mediante cámaras fotográficas digitales, su incorporación a una terminal de ordenador mediante puertos USB o sistemas *Wireless*, una vez en el terminal el tratamiento de las imágenes, completar información clínica y finalmente su transmisión mediante internet o intranet, ya sea mediante correo electrónico, o mediante formularios diseñados en entornos web. En cuanto a las cámaras digitales necesarias para esta aplicación, es suficiente con cámaras de gama media que permitan una resolución mínima de 3 megapíxeles, modo macro para la toma de imágenes de detalle de las lesiones y con una fuente de luz tipo *speed-light*, flash anular o luces de apoyo. La transferencia de imágenes de esta resolución es soportada sin inconvenientes por los servidores habituales utilizados para estas aplicaciones. [3]

II.5. Ventajas y Desventajas en la Tele dermatología

TELEDERMATOLOGIA

Ventajas	Desventajas
Efectividad en lesiones aisladas	Menos efectividad en erupciones que en tumores
Aceptación por el paciente	Mayor posibilidad de error que la visita cara a cara
Accesibilidad a la opinión del dermatólogo de pacientes que viven en zonas aisladas	Los pacientes prefieren ver al dermatólogo
Reduce gastos de los pacientes	Problemas de seguridad y privacidad de datos
Evita el desplazamiento del dermatólogo	Menor interrelación dermatólogo-enfermo
Posibilidad de reducir las listas de espera	Dependencia de la técnica y técnicos informáticos
Reduce el gasto farmacéutico	Existencia de vacíos legales
Recomendaciones de fármacos más baratos	Aumento del gasto en tecnología y en su mantenimiento

Tabla 1. Ventajas y Desventajas de la Tele dermatología.

II.6. Dermatoscopio

Un dermatoscopio, no es más que un microscopio manual de superficie que permite la visualización de estructuras pigmentadas de la epidermis y de la unión dermoepidérmica en los diferentes fototipos cutáneos. Es ampliamente usado por los dermatólogos para el diagnóstico diferencial de las lesiones pigmentarias.

II.7. Fototipos Cutáneos

Existe una amplia variedad de pieles, con características étnicas propias que implican unos mecanismos de reacción muy diferentes frente a las agresiones externas. Cada tipo de piel, requiere unos cuidados cosméticos y una protección

diferentes.

El fototipo hace mención al conjunto de características que determinan si una piel se broncea o no con la exposición al sol, y el grado en que lo hace. Para ello los especialistas recomiendan observar el color de piel de las partes del cuerpo que normalmente no están expuestas al sol, detrás de la rodilla o el antebrazo. Hay diferentes formas para clasificar los fototipos cutáneos. [4]

II.7.1. Fototipo Cutáneo I

Altamente foto-sensible, individuos de piel muy clara, con frecuencia pelirrojos, ojos azules, con pecas en la piel. Son individuos que, sin la protección adecuada al exponerse periodos prolongados al sol, presentan intensas quemaduras solares, prácticamente no se pigmentan nunca y se descaman de forma ostensible. Es muy difícil que logren broncearse, pues más bien se queman y la piel se les pone roja, como se puede observar en la **Figura 1**.

II.7.2. Fototipo Cutáneo II

Muy sensibles al sol, individuos de piel clara, pelo claro, ojos azules y pecas, cuya piel, no expuesta habitualmente al sol, es blanca. Son personas que se queman fácil e intensamente, se pigmentan ligeramente y se descaman de manera notoria, como se puede observar en la **Figura 1**.

II.7.3. Fototipo Cutáneo III

Propio de las razas caucásicas, de piel blanca que no está expuesta habitualmente al sol. Los que se encuentran dentro de este grupo son de pelo castaño, piel clara, y a veces les salen pecas cuando están al sol. Se queman moderadamente. Su piel tiende a enrojecerse primero y a broncearse tras los primeros días de exposición, como se puede observar en la **Figura 1**.

II.7.4. Fototipo Cutáneo IV

Individuos de piel morena o ligeramente morena, pelo y ojos oscuros. Son individuos que se queman moderada o mínimamente, se pigmentan con bastante

facilidad y de forma inmediata al ponerse al sol, como se puede observar en la **Figura 1**.

II.7.5. Fototipo Cutáneo V

Personas de piel morena amarroada. Se queman raras veces y se pigmentan con facilidad e intensidad, y siempre presentan reacción de pigmentación inmediata. Nunca se queman por el sol y se broncean desde el primer día que se exponen, como se puede observar en la **Figura 1**.

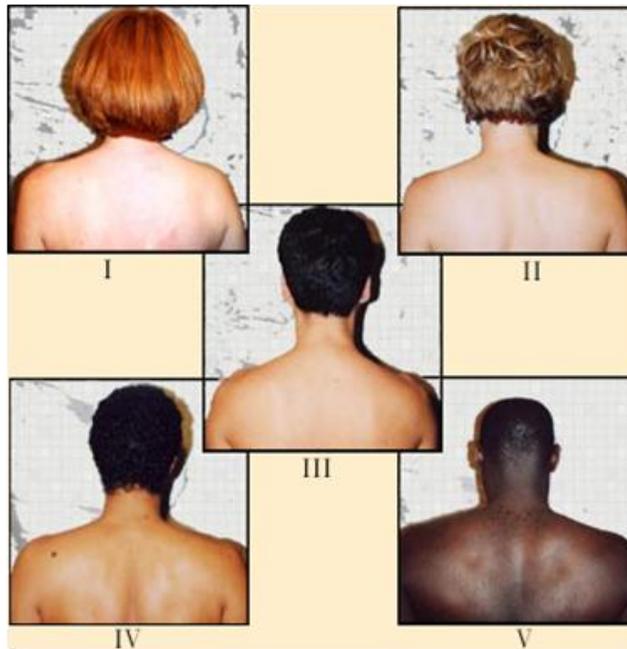


Figura 1. Clasificación de Fototipos Cutáneos. [4]

II.8. Dermatoscopia

Es una técnica no invasiva de diagnóstico en dermatología, que mediante un instrumento óptico, llamado dermatoscopio, permite examinar mejor las lesiones por debajo de la superficie cutánea amplificando la imagen sospechosa una vez eliminados los fenómenos de refracción y reflexión de la luz sobre la piel.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

La luz es una forma de energía capaz de provocar cambios en los cuerpos. Así, por ejemplo, nuestra piel y la de muchos animales cambia de color cuando se expone a la luz solar, cuando hablamos de reflexión de la luz nos referimos a un cambio de dirección que experimenta la luz cuando choca contra un cuerpo, y cuando hablamos de refracción de la luz es el cambio de dirección que sufre la luz cuando pasa de un medio a otro diferente. [5]

II.9. Teledermatoscopia

La Teledermatoscopia es la transmisión de imágenes captadas por un dermatoscopio, de forma que este sistema permite al médico general, cuando detecta una lesión de la piel o lunar que pudiera resultar sospechoso, enviar la imagen al especialista en dermatología para que pueda realizar una valoración. El especialista puede valorar la imagen y descartar o diagnosticar una posible patología. Para la comercialización de esta técnica hoy en día se utilizan no solo dermatoscopios sino sistemas convencionales de captura digital de imágenes como cámaras digitales. [3]

II.10 Redes VPN

Una Red Privada Virtual (VPN) es un forma de compartir y transmitir información entre un círculo cerrado de usuarios que están situados en diferentes áreas geográficas. Es una red de datos de gran seguridad que utilizando Internet como medio de transmisión permite el intercambio de información confidencial.

La VPN conecta los componentes de una red sobre otra, por medio de la conexión de los usuarios de distintas redes a través de un “túnel” que se construye sobre Internet o sobre cualquier otra red pública, negociando un esquema de encriptación y autenticación de los paquetes de datos para el transporte, permitiendo el acceso remoto a servicios de red de forma transparente y segura con el grado de convivencia y seguridad que los usuarios conectados elijan. Las VPN están implementadas con *firewalls*, con routers para lograr esa encriptación y

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

autenticación. En la **Figura 2** se puede observar el esquema de una Red Privada Virtual (VPN). [6]

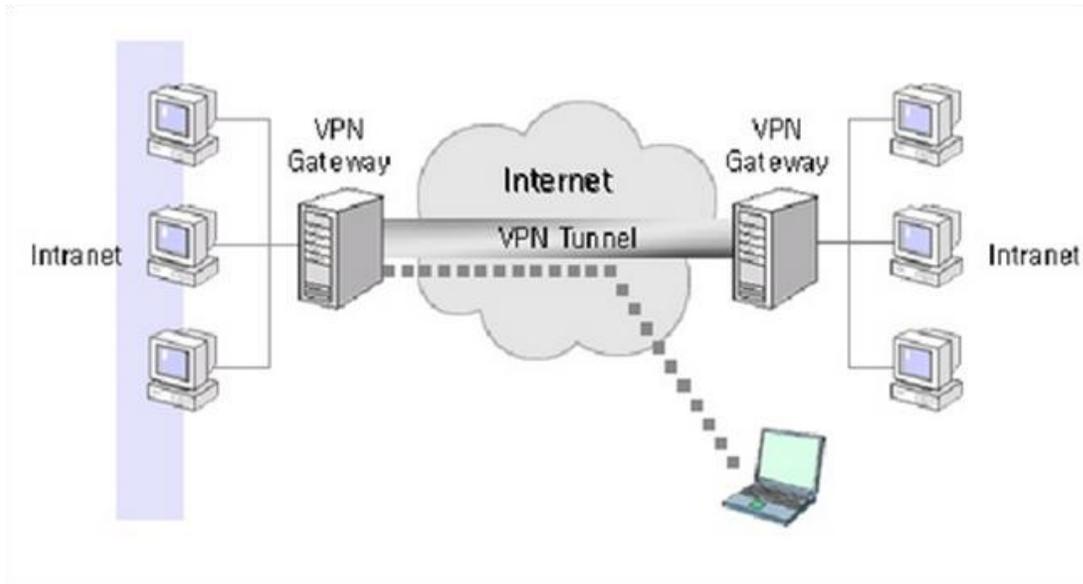


Figura 2. Redes VPN [6]

II.12. Sistemas Operativos

A continuación se presentan las descripciones de algunos de los sistemas operativos más influyentes en el mercado tecnológico.

II.12.1. Sistema Operativo Android

El sistema operativo Android, es una plataforma de Software basada en el núcleo de Linux. Diseñada en un principio para dispositivos móviles, Android permite controlar dispositivos por medio de bibliotecas desarrolladas o adaptados por Google mediante el lenguaje de programación Java.

El desarrollo de aplicaciones para esta plataforma se realiza mediante SDK (Kit de Desarrollo de Software-*Software Development Kit*), y el lenguaje de

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

programación JAVA. Una alternativa es el uso del NDK (*Native Development Kit*-Kit de Desarrollo Nativo) de Google para emplear el lenguaje de programación C.

Inicialmente, Android fue desarrollada por Google Inc. aunque poco después se unió *Open Handset Alliance*, un consorcio de 48 compañías de hardware, software y telecomunicaciones, las cuales llegaron a un acuerdo para promocionar los estándares de códigos abiertos para dispositivos móviles. [7]

Los componentes principales del sistema operativo de Android son:

- Aplicaciones: las aplicaciones base incluyen un cliente de email, programa de SMS, calendario, mapas, navegador, contactos, y otros. Todas las aplicaciones están escritas en lenguaje de programación Java.
- Espacio de trabajo de las aplicaciones: los desarrolladores tienen acceso completo a los mismos APIs (Interfaz de programación de aplicaciones-*Application Programming Interface*) del marco de trabajo (*framework*) usado por las aplicaciones base.
- La arquitectura: está diseñada para simplificar la reutilización de componentes; cualquier aplicación puede publicar sus capacidades y cualquier otra aplicación puede luego hacer uso de esas capacidades (sujeto a reglas de seguridad del framework). Este mismo mecanismo permite que los componentes sean reemplazados por el usuario.
- Librerías: Android incluye un set de bibliotecas C/C++ usadas por varios componentes del sistema operativo. Estas características se exponen a los desarrolladores a través del Espacio de Trabajo de las aplicaciones de Android; algunas son: *System C library* (implementación biblioteca C standard), bibliotecas de medios, bibliotecas de gráficos, 3d, SQLite, entre otras.
- Tiempo de Ejecución de Android: Android incluye un set de bibliotecas base que proporcionan la mayor parte de las funciones

disponibles en las bibliotecas base del lenguaje Java. Cada aplicación corre su propio proceso, con su propia instancia de la máquina virtual *Dalvik*. DALVIK ha sido escrito de forma que un dispositivo puede correr múltiples máquinas virtuales de forma eficiente. DALVIK ejecuta archivos en el formato *Dalvik Executable (.dex)*, el cual está optimizado para memoria mínima. La máquina virtual está basada en registros, y corre clases compiladas por el compilador de Java que han sido transformadas al formato *.dex (Dalvik Executable)* por la herramienta incluida "dx".

- Núcleo Linux: Android depende de Linux para los servicios base del sistema como seguridad, gestión de memoria, gestión de procesos, pila de red, y modelo de controladores. El núcleo también actúa como una capa de abstracción entre el hardware y el resto de la pila de software.

II.12.1.1. Sintaxis XML

La finalidad de XML es marcar información (describir datos), de forma sencilla e independiente de la aplicación que requiera esa información. Un mismo XML se podría utilizar para presentar un contenido en un navegador, importarlo a una base de datos, o intercambiar información entre diversas aplicaciones.

Como todos los lenguajes de marcado, el aspecto que presenta el código XML es el de elementos que engloban texto y que se pueden anidar. [8]

II.12.2. Sistema Operativo Blackberry

El sistema operativo BlackBerry es un sistema operativo multitarea, que permite un uso intensivo de los dispositivos de entrada disponibles en los teléfonos, en particular la rueda de desplazamiento y el trackpad.

El sistema operativo proporciona soporte para Java MIDP 1.0 (*Mobile Information Device profile*- Información de Perfil de Dispositivo Móvil) y WAP 2.0 (*Wireless Application Protocol*-Protocolo de Aplicaciones Inalámbricas)

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

El actual OS (Se usan de el OS 5.0, 6.0, 7.0) proporciona un subconjunto de MIDP 2.0 y permite activación inalámbrica completa y sincronización con Exchange de correo electrónico, calendario, tareas, notas y contactos, y añade un soporte para Novell GroupWise y Lotus Notes. La radio (*Telephone Support System*- Sistema de Soporte Telefónico) es el sistema mediante el cual, en conexión con el IMEI (*International Mobile Equipment Identity*-Identidad Internacional de Equipo Móvil) del dispositivo, permite disfrutar de la total conexión al teléfono. Por tanto sin el IMEI, el dispositivo sería incapaz de funcionar correctamente, debido a cambios en el sistema. En 2013, una de las primeras decisiones que han adoptado ha sido despedirse de su marca RIM para sustituirla por la cara pública de la compañía. 'BlackBerry' pasará a ser el nuevo nombre de la empresa.

BlackBerry Hub es el núcleo de comunicaciones del BB10. Incluye soporte nativo para las redes sociales: Facebook, Twitter, LinkedIn, mensajes o email, además de que el usuario podrá entrar y publicar actualizaciones desde cualquier sitio, incluyendo su calendario.

II.12.3. Sistema Operativo iOS

Es un sistema operativo móvil de la empresa Apple Inc. Originalmente desarrollado para el iPhone (iPhone OS), siendo después usado en dispositivos como el iPod Touch, iPad, entre otros. La empresa no permite la instalación de iOS en hardware de terceros.

La interfaz de usuario de iOS está basada en el concepto de manipulación directa, usando gestos multitáctiles. Los elementos de control consisten en deslizadores, interruptores y botones. La respuesta a las órdenes del usuario es inmediata y provee de una interfaz fluida. La interacción con el sistema operativo incluye gestos como deslices, toques, pellizcos, los cuales tienen definiciones diferentes dependiendo del contexto de la interfaz. Se utilizan acelerómetros internos para hacer que algunas aplicaciones respondan a sacudir el

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

dispositivo (por ejemplo, para el comando deshacer) o rotarlo en tres dimensiones (un resultado común es cambiar de modo vertical al apaisado u horizontal).

iOS se deriva de Mac OS X, que a su vez está basado en Darwin BSD, y por lo tanto es un sistema operativo Unix.

iOS cuenta con cuatro capas de abstracción: la capa del núcleo del sistema operativo, la capa de "Servicios Principales", la capa de "Medios" y la capa de "Cocoa Touch". La versión actual del sistema operativo (iOS 7.0.0) ocupa más o menos 1.1 GB, variando por modelo.

II.13. Cliente

El cliente es el proceso que permite al usuario formular los requerimientos y pasarlos al servidor.

El Cliente normalmente maneja todas las funciones relacionadas con la manipulación y despliegue de datos, por lo que están desarrollados sobre plataformas que permiten construir interfaces gráficas de usuario (GUI), además de acceder a los servicios distribuidos en cualquier parte de una red.

Las funciones que lleva a cabo el proceso cliente se resumen en los siguientes puntos

- Administrar la interfaz de usuario.
- Interactuar con el usuario.
- Procesar la lógica de la aplicación y hacer validaciones locales.
- Generar requerimientos de bases de datos.
- Recibir resultados del servidor. [9]

II.14 Servidor

Es el proceso encargado de atender a múltiples clientes que hacen peticiones de algún recurso administrado por él. El servidor normalmente maneja todas las funciones relacionadas con la mayoría de las reglas del negocio y los recursos de datos.

Las funciones que lleva a cabo el proceso servidor se resumen en los siguientes puntos:

- Aceptar los requerimientos de bases de datos que hacen los clientes.
- Procesar requerimientos de bases de datos.
- Formatear datos para transmitirlos a los clientes.
- Procesar la lógica de la aplicación y realizar validaciones a nivel de bases de datos. [9]

II.15 Arquitectura Cliente/Servidor.

Un ambiente computacional basado en una red (LAN (*Local Area Network*- Red de Area Local) o WAN (*Wide Area Network*- Red de Área Amplia)) en la que un servidor central de base de datos, maneja todos los comandos de base de datos enviados a él desde las estaciones de trabajo cliente, y aplicaciones de programas en cada cliente concentran las funciones de interfaz con el usuario. [9]

II. 16 Servicio Web

Un servicio web es una tecnología que utiliza un conjunto de protocolos y estándares que sirven para intercambiar datos entre aplicaciones. Distintas aplicaciones de software desarrolladas en lenguajes de programación diferentes, y ejecutadas sobre cualquier plataforma, pueden utilizar los servicios web para intercambiar datos en redes de ordenadores como Internet.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

Este Capítulo consistió en el plan que se traza el investigador, en función de las características del problema investigado y de los objetivos al inicio del mismo, en el marco metodológico, se introdujeron los diversos procedimientos más apropiados para recopilar, presentar y analizar los datos, con la finalidad de cumplir con el propósito general del proyecto.

III.1. Definición del tipo de proyecto

De acuerdo al proyecto planteado “Desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas”, se busca satisfacer las necesidades de los servicios en dermatología mediante la elaboración de una herramienta tecnológica que permita a personas capacitadas realizar el análisis o diagnóstico a distancia.

III.2. Procedimiento

Los procedimientos aplicados relacionan los objetivos establecidos con una secuencia de fases y actividades a ser ejecutadas para asegurar el logro de dichos objetivos. A continuación se detallan cada una de estas fases.

III.2.1. Fase I: Levantamiento de información

Consiste en realizar una investigación previa que abarque conceptos, tecnologías y protocolos a aplicar referidos a la materia en cuestión, en este caso Tele dermatología. Asimismo, dicho procedimiento es necesario para el desarrollo de la aplicación. Esta información se estructura y explica en detalle en el marco teórico. (Ver Capítulo II).

La investigación bibliográfica fue fundamental en esta fase, ya que a través de este método se cuenta con el soporte teórico que permite la comprensión de los diferentes temas vinculados al proyecto.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

Las fuentes de consulta e información utilizadas fueron las siguientes:

- Libros, tesis y revistas especializadas: se investigaron fuentes bibliográficas pertenecientes a la Universidad Católica Andrés Bello.
- Medios electrónicos: abarcó la consulta de información a través de Internet y la realización de cursos en línea. A través de esta extensa fuente de información se pudo complementar la investigación teórica requerida para el desarrollo del trabajo especial de grado.

De igual forma, fue importante la realización de entrevistas con personal especializado tanto en el área de tecnología como en el área de medicina, esto para dar soporte al proyecto, basándose en la experiencia de dichos profesionales en las áreas correspondientes.

Los objetivos alcanzados con la realización de dicha fase fueron:

- Conocer las condiciones que deben cumplir las fotos que se usan para diagnóstico dermatológico, tales como, por ejemplo, exposición, luminosidad, ángulos, correcciones de color, comparación de lesiones con tejidos sanos, etc.
- Conocer sobre la existencia de protocolos que permita a un asistente médico distante capturar y seleccionar las imágenes más representativas para su transferencia.

III.2.2. Fase II: Captura y selección de las imágenes

Para el desarrollo de esta fase, se analizaron distintos modelos de dispositivos móviles con el objetivo de extraer las exigencias mínimas y condiciones necesarias que se deben cumplir para la captura y transmisión de las imágenes, apoyadas en los requerimientos indicados por los especialistas consultados.

Los atributos sobre los cuales se basó la selección de las imágenes fueron la resolución y el tamaño.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

Los objetivos alcanzados con la realización de dicha fase fueron:

- Investigar las condiciones que deben cumplir las imágenes capturadas para el diagnóstico dermatológico, tales como, por ejemplo, exposición, luminosidad, ángulos, correcciones de color, comparación de lesiones con tejidos sanos, etc.
- Evaluar las características de las cámaras disponibles para la captura de imágenes dermatológicas.

III.2.3. Fase III: Estudio del Lenguaje de Programación

Consistió en establecer una comparación de distintos entornos de programación con la finalidad de obtener de dicha evaluación, el lenguaje de programación utilizado para el desarrollo de la aplicación, en base a la comodidad y versatilidad que presente el mismo.

Los objetivos alcanzados con la realización de dicha fase fueron:

- Elección del entorno de programación JAVA. En vista de que la aplicación se pensó elaborar bajo un sistema operativo que utilice dicho entorno como lenguaje nativo, debido a su relativa facilidad para programar, como lo es Android. Además la Universidad Católica Andrés Bello permite cursar una materia electiva “Introducción a Java y Programación Orientada a Objetos” lo que representó una oportunidad de aprendizaje rápida y completa.

III.2.4 Fase IV: Estudio del servidor

Esta fase consistió en el estudio de las características del servidor suministrado por la Universidad Católica Andrés Bello, para el almacenamiento y acceso a la información por distintos clientes.

Este análisis contempla la capacidad de memoria y almacenamiento así como sistema operativo para hacer un diseño adecuado a las necesidades de este proyecto.

III.2.5. Fase V: Selección del método de transmisión

Durante esta fase se analizaron las diferentes opciones para la transmisión de los datos, luego se seleccionó la más adecuada, que además satisficiera los requerimientos de calidad y seguridad de la información.

Los objetivos alcanzados con la realización de dicha fase fueron:

- Evaluar distintas opciones para la transmisión de imágenes y seleccionar la más adecuada y factible para realizar pruebas en este trabajo.

III.2.6 Fase VI: Diseño e implementación del sistema

El desarrollo de esta etapa se basó en la elaboración e integración de los componentes que conformaron el sistema para su funcionamiento, elementos que incluyen la incorporación de la base de datos con la aplicación en general. Además de lo mencionado anteriormente se diseñó una interfaz para el usuario que integrara las imágenes, historias médicas y posibles exámenes complementarios en una sola plataforma de una forma didáctica y amigable.

Los objetivos alcanzados con la realización de dicha fase fueron:

- Investigar la creación de una base de datos para la aplicación que se está realizando.
- Integrar las imágenes, historias médicas en una sola plataforma.

III.2.7 Fase VII: Pruebas y optimización

El desarrollo de esta etapa se basó en la elaboración de pruebas y en la simulación de posibles escenarios que pudieran surgir durante la utilización de la aplicación en cuestión, con el fin de corregir posibles errores o fallos del sistema y garantizar un correcto funcionamiento para el usuario, de este modo emitir un diagnostico acertado.

CAPÍTULO IV. DESARROLLO

En el siguiente capítulo se describen de forma detallada cada una de las fases que comprende el Trabajo Especial de Grado, desde la investigación hasta la presentación de la interfaz al usuario, en el cumplimiento de los objetivos planteados para la realización de este proyecto.

IV. 1. Levantamiento de información

Una vez concretado el objetivo del Trabajo Especial de Grado, se procedió a profundizar el conocimiento teórico en el campo de la dermatología, dicho proceso se llevó a cabo mediante la investigación de los protocolos existentes y el análisis de trabajos realizados por distintos especialistas en el área.

Además de lo mencionado anteriormente, el levantamiento de información incluyó el análisis de las posibles herramientas de software en las que se permite realizar tal aplicación, basándose en una revisión bibliográfica que abarcó la lectura de fuentes electrónicas, libros, y otras tesis que involucren el tema tratado.

La realización de entrevistas con profesionales especializados ayuda con el objetivo de dar soporte al proyecto planteado, para además lograr determinar entre otras cosas el tipo de imagen, sus características y los requerimientos que debe cumplir la aplicación.

En vista de ello se presenta la **Tabla 2** de Reuniones y Entrevistas., que especifica las fechas y temas tratados en cada una de las entrevistas realizadas:

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

Fecha	Especialista Citado	Tema
03/10/2013	Dra. Mayerith Torreyes	Asesoría en dermatología
26/10/2013	Dra. Mayerith Torreyes	Asesoría en dermatología
20/01/2013	Ing José Suarez	Consulta de Servidores
17/09/2013	Ing. José Suarez	Consulta de Servidores
26/09/2013	Dra. Mayerith Torreyes	Asesoría en imágenes

Tabla 2. Reuniones y Entrevistas.

A continuación se presenta una breve reseña de los aspectos más relevante de las entrevistas realizadas.

Dra. Mayerith Torreyes: Especialista en medicina interna, dermatología y sifilografía, actualmente ejerce como médico adjunto al Departamento del Hospital Militar Doctor Carlos Arvelo. Dichas reuniones sirvieron para adquirir asesoría sobre dermatología, dermatoscopia, obtención de imágenes de sus pacientes y certificación de la utilidad de la aplicación.

Asimismo indicó algunas de las enfermedades dermatológicas más frecuentes que se pueden diagnosticar con un dermatoscopio, las cuales son:

- Carcinoma basocelular
- Queratosis seborreicas
- Angioqueratomas
- Melanomas
- Lentigos
- Lesiones pigmentadas de la piel
- Lunares

Ing. José Ricardo Suarez: reunión que sirvió para adquirir asesoría sobre el servidor de la Escuela de Ingeniería de Telecomunicaciones de la Universidad Católica Andrés bello.

Posterior a esta etapa, fueron analizados cada uno de los elementos tratados durante dichas entrevistas, con lo cual fue posible complementar la información recopilada para el Marco Teórico (Ver Capítulo II).

IV.2.Captura y selección de imágenes

Como fue mencionado anteriormente (Ver Capítulo II Marco Teórico), la Dermatoscopia es una técnica diagnóstica utilizada para la observación de las lesiones cutáneas que permite una mejor visualización de la superficie cutánea y de las estructuras subyacentes. Para tal fin, la técnica tiene que vencer dos limitaciones fundamentales: la fisiología del ojo humano, específicamente la limitación que se presenta al momento de enfocar, y las propiedades ópticas de la piel. [10]

El primer problema, se deriva de la relativa limitación del ojo humano para enfocar objetos cercanos, la cual puede ser corregida mediante un sistema de amplificación de la imagen como puede ser un lente de aumento. Sin embargo, la imagen que nos ofrece una lesión cutánea también está limitada por las propiedades ópticas de la piel.

La reflexión y a la refracción de la luz incidente y emergente de la superficie irregular de la piel, provocan una visualización inadecuada de las estructuras situadas bajo la superficie cutánea. Por ello, la técnica más sencilla de disminuir la reflexión y la refracción de la epidermis es aplicar un fluido transparente, el cual posee un índice de refracción próximo al de la capa córnea, y posteriormente cubrirlo con una lamina de cristal pulido que nos permita conseguir una superficie plana; de esta manera hacemos translúcida la interfaz existente entre la capa córnea y el aire. [10]

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

Asimismo, es importante destacar que la base o los requerimientos que permiten realizar un diagnóstico acertado y confiable es la buena calidad de las imágenes capturadas, la cual viene determinada por la definición de la imagen, la exactitud del color y la precisión del encuadre. Por otro lado, al momento de estimar la calidad de la imagen entra en juego el factor humano, dado que intervienen elementos como a la percepción de los colores y los vicios de refracción del ojo los cuales son importantes pues los mismos son factores variantes en función del evaluador.

De igual forma, para esta etapa también fue importante el estudio de diversas técnicas de compresión y el análisis de las propiedades que presentan las imágenes, de acuerdo a los requerimientos establecidos por los médicos tales como la resolución, el tamaño de la imagen, entre otros.

En lo que refiere al manejo de datos, existen dos métodos principales con los cuales es posible la manipulación de la información que integra una imagen digital. Estos modos son las imágenes de mapa de bits y las imágenes vectoriales. Cada uno se encuentra adaptado de acuerdo al tipo de imagen que se manipule, por lo que se hace importante conocer previamente el funcionamiento de las mismas, para consecuentemente proceder con la clasificación de los formatos.

IV.2.1.Imágenes de Mapa de Bits.

Las imágenes de mapa de bits (*Bitmaps*) están formadas por una rejilla de celda. A cada una de estas celdas, la que se denominan pixeles (unidad de información, puede ser muy pequeño (0,1 mm) o muy grande (1cm), se le asigna un valor de color y luminancia propio.

Este modo es el más común en las publicaciones digitales. Debido a que pueden generarse a partir de documentos impresos digitalizados, conseguirse a través de galerías tanto en línea como en CD-ROM, a partir de una cámara digital, etc. [11]

IV.2.2. Imágenes Vectoriales.

Los llamados gráficos orientados a objetos son las imágenes vectoriales. Su tamaño es mucho más reducido, en comparación con los mapas de bits, porque el modo como organizan la información de una imagen es más simple que en aquellos. Dicha simplicidad radica en generar los objetos que conforman una imagen a través de trazos geométricos determinados por cálculos y fórmulas matemáticas. De manera tal que los gráficos vectoriales se visualizan a partir de las coordenadas de una línea guardadas con referencia, mismas que forman los objetos a partir de la definición matemática de los puntos y líneas rectas o curvas. [11]

IV.2.3. Tipos de compresión

Se han desarrollado diferentes técnicas de compresión debido a que los archivos de imágenes pueden ocupar mucho espacio, provocando que muchas veces sean imposibles de manejar con máquinas comunes. Estas técnicas tratan de reducir, mediante algoritmos matemáticos, el volumen del archivo para así disminuir los recursos que consume y abreviar el tiempo de transferencia. Estos complejos algoritmos matemáticos reducen de diversos modos los 0 y 1 que conforman una imagen digital. Su división más común es la compresión sin pérdida y la compresión con pérdida; lo cual radica en que tanta información de la imagen se pierde al ser comprimida. Por último, hay que agregar que algunos de los formatos pueden utilizar varias de las diferentes técnicas para comprimir.

Dichas técnicas se clasifican en dos grandes grupos de acuerdo a los algoritmos en los que se basan, por lo que se define:

IV.2.3.1 Compresión sin pérdida

Esta técnica condensa las cadenas de código sin despreciar nada de la información que forma la imagen, por lo que ésta se regenera intacta al ser descomprimida. Sin embargo, es menor la capacidad de compresión que provee este

tipo de técnicas; dado que su fin es permitir una impresión de calidad, además de una exacta visualización de la imagen.

Entre ellos están:

- *RLE (Run Length Encoded)*
- *LZW (Lemple-Zif-Welch)*
- *ZIP*

IV. 2.3.1.1 RLE (Run Length Encoded)

Este esquema de compresión es el más sencillo y está basado en sustituir una determinada secuencia de bits por un código. Este método analiza la imagen y determina los píxeles que son del mismo color. Al guardar la imagen, basta con registrar el valor del color y la posición de cada uno de los píxeles que lo utilizan. Con imágenes que se compongan por muchas o grandes zonas del mismo color se obtiene una excelente compresión sin perder calidad. Si la imagen contiene gran cantidad de colores, sucede lo contrario, y al comprimir con este método pueden obtenerse incluso archivos de mayor tamaño que los originales. Se usa principalmente con archivos de imágenes de barrido. [11]

IV.2.3.1.2 LZW (Lemple-Zif-Welch)

Este método es muy similar al anterior pero son más, y de los más comunes, los formatos que lo utilizan. Entre estos formatos están TIFF (*Tagged Image File Format - Formato de Fichero de Imágenes Etiquetado*), PDF (*Portable Document Format -Formato de Documento Portable*) y GIF (*Graphics Interchange Format-Formato de intercambio de Gráficos*), aunque, también es usado por los archivos que utilizan el lenguaje PostScript. Asimismo, también es muy efectivo con imágenes que contengan áreas de color de gran tamaño e imágenes sencillas, pero no con imágenes tipo fotográficas que contengan una extensa gama de colores. [11]

IV.2.3.1.3 ZIP

Este método está diseñado para todo tipo de archivos y cuenta con una gran extensión en su uso. Por lo mismo una gran mayoría de las computadoras puede leerlo. Los tipos de archivo que lo utilizan son PDF y TIFF.

IV.2.3.2. Compresión con pérdida

La compresión con pérdida hace que los algoritmos usados, para reducir las cadenas del código, desechen información redundante de la imagen. Así, los archivos comprimidos con este método pierden parte de los datos de la imagen. Algunos formatos, como el *jpg*, compensan esta pérdida con técnicas que suavizan los bordes y áreas que tienen un color similar, haciendo que la falta de información sea invisible a simple vista. Este método permite un alto grado de compresión con pérdidas en la imagen que, muchas veces, sólo es visible si se realiza un fuerte acercamiento.

El grupo JPEG (*Joint Photographic Experts Group*- Unión de Grupo de Expertos Fotográfico) incluye este método de compresión en los archivos JPG y éste es, por mucho, el formato más difundido en el diseño para Internet. También otros archivos, como los PDF y los archivos basados en el lenguaje PostScrip (*eps* y *ps*), emplean este método de compresión.

IV.2.4. Tipos de formatos para imágenes digitales

IV.2.4.1. BMP (Windows bitmap)

El formato **BMP** es uno de los más simples. Fue desarrollado por Microsoft e IBM en forma conjunta, lo que explica su uso particularmente amplio en plataformas Windows y OS/2. Un archivo BMP es un archivo de mapa de bits, es decir, un archivo de imagen de gráficos, con píxeles almacenados en forma de tabla de puntos que administra los colores como colores reales o usando una paleta indexada. El formato BMP ha sido estudiado de manera tal que permite obtener un mapa de bits independiente del dispositivo de visualización periférico (*DIB, Mapa de bits independiente del dispositivo*).

La estructura de un mapa de bits es la siguiente:

- Encabezado del archivo
- Encabezado de información del mapa de bits (también llamado *encabezado de información*).
- Paleta (opcional)
- Cuerpo de la imagen

IV.2.4.1.1. Encabezado del archivo

El encabezado del archivo proporciona información acerca del tipo de archivo (mapa de bits) y su tamaño, así como también indica dónde comienza realmente la información de la imagen. [11]

IV. 2.4.1.2. Encabezado de información del mapa de bits

El encabezado de información del mapa de bits proporciona información acerca de la imagen, en especial las dimensiones y los colores. [11]

IV.2.4.1.3.Paleta de imágenes

La paleta es opcional. Cuando se define la paleta, ésta contiene 4 bytes de forma sucesiva para cada una de las entradas, que representan:

- El componente azul (en un byte)
- El componente verde (en un byte)
- El componente rojo (en un byte)
- Un campo reservado (en un byte)

IV.2.4.1.4.Codificación de imágenes

La codificación de imágenes se realiza escribiendo en forma sucesiva los bits que corresponden a cada píxel, línea por línea, comenzando por el píxel del extremo inferior izquierdo.

- Las imágenes de 2 colores usan 1 bit por píxel, lo que significa que un byte permite codificar 8 píxeles

- Las imágenes de 16 colores usan 4 bits por píxel, lo que significa que un byte permite codificar 2 píxeles
- Las imágenes de 256 colores usan 8 bits por píxel, lo que significa que se necesita un byte para codificar cada píxel
- Las imágenes de colores reales usan 24 bits por píxel, lo que significa que se necesitan 3 bytes para codificar cada píxel, respetando la alternancia del orden de los colores para el azul, el verde y el rojo.

Cada línea de la imagen debe comprender un número total de bytes que sea múltiplo de 4; si este esquema no se cumple, la línea se debe completar con todos los 0 necesarios para respetar el criterio.

IV. 2.4.2.PSD (PhotoShop Document)

Este es el formato de *Adobe Photoshop* y, por lo mismo, es el único que admite todas las funciones que este programa contiene. Sin embargo, su uso se centra en la manipulación de la imagen y no tanto para ser empleado en publicaciones digitales. Presenta grandes ventajas para la edición, ya que al guardar con este formato podemos mantener las capas (en estas podemos manipular los diferentes elementos de una imagen por separado) que hayamos utilizado en la manipulación de la imagen.

IV. 2.4.3.TIFF (Tag Image File Format)

El formato TIFF (Formato de archivo de imágenes con etiquetas) es un formato de archivo de gráficos de mapa de bits (una trama).

IV. 2.4.3.1.Características del formato TIFF

El formato TIFF es un formato de gráficos antiguo, que permite almacenar imágenes de mapas de bits (trama) muy grandes (más de 4 GB comprimidos) pero perdiendo calidad y sin considerar las plataformas o periféricos utilizados (Mapa de bits independiente del dispositivo, reconocido como DIB).

El formato TIFF permite almacenar imágenes en blanco y negro, en colores verdaderos (hasta 32 bits por píxel) y también indexar imágenes utilizando una paleta.

Además, permite que se utilicen varios espacios de color:

- RGB (rojo, verde, azul)
- CMYK (cian, magenta, amarillo, negro)

IV.2.4.4. PNG (Portable Network Graphics)

El formato PNG (*Portable Network Graphics*, Gráficos de red portátil o formato Ping) es un formato de archivos de gráficos de mapa de bits (una trama). Fue desarrollado en 1995 como una alternativa gratuita al formato GIF, que es un formato patentado cuyos derechos pertenecen a Unisys (propietario del algoritmo de compresión LZW), a quien todos los editores de software que usan este tipo de formato deben pagar regalías. Por lo tanto, PGN es un acrónimo recursivo de PNG No es GIF.

IV.2.4.4.1. Características del formato PNG

El formato PNG permite almacenar imágenes en blanco y negro (una profundidad de color de 16 bits por píxel) y en *color real* (una profundidad de color de 48 bits por píxel), así como también imágenes indexadas, utilizando una paleta de 256 colores.

Además, soporta la transparencia de canal alfa, es decir, la posibilidad de definir 256 niveles de transparencia, mientras que el formato GIF permite que se defina como transparente sólo un color de la paleta. También posee una función de entrelazado que permite mostrar la imagen de forma gradual.

La compresión que ofrece este formato es (*compresión sin pérdida*) de 5 a 25% mejor que la compresión GIF.

Por último, el PNG almacena información gama de la imagen, que posibilita una corrección de gama y permite que sea independiente del dispositivo de

visualización. Los mecanismos de corrección de errores también están almacenados en el archivo para garantizar la integridad. [11]

IV.2.4.5. GIF (Graphics Interchange Format)

El formato GIF corresponde a las siglas de *Graphics Interchange Format* propiedad de *eCompuServe*. GIF (*CompuServe GIF*) Se puede decir que es uno de los formatos ligeros, también maneja transparencia que se puede ver en los navegadores de internet. Con el GIF se pueden hacer secuencia de imágenes, generando los conocido GIFs animados, que normalmente los vemos en el *messenger* como emoticones. Es recomendable usar este tipo de archivos para imágenes de formato pequeño, pues si lo usamos para formatos grandes la calidad y nitidez se pierden. (García, 2010).

IV.2.4.6. JPG o JPEG (Photographic Experts Group)

Este formato toma su nombre de *Joint Photographic Experts Group*, asociación que lo desarrollo. Se utiliza usualmente para almacenar fotografías y otras imágenes de tono continuo. Gracias a que utiliza un sistema de compresión que de forma eficiente reduce el tamaño de los archivos. En contraste con GIF, JPEG guarda toda la información referente al color con millones de colores (*RGB*) sin obtener archivos excesivamente grandes. Además, los navegadores actuales reconocen y muestran con fidelidad este formato. [11]

Asimismo, para continuar con el desarrollo del proyecto a continuación se presenta la **Tabla 3**, donde se realiza una comparación entre los diferentes formatos de archivos de imágenes de compresión con pérdida y sin pérdida, así como el número de colores, y aceptación de transparencias y animaciones.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

Formato	Formato	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 3. Diferencias entre formatos de imágenes.

De igual forma se hizo un estudio de las diferentes cámaras con las cuales es posible realizar el proyecto, con el fin de determinar cuál es la que mejor cumple con las características requeridas, tales como la resolución, zoom, uso de flash, entre otros, y que además cumplen con los requisitos establecidos por el especialista.

En la **tabla 4** se pueden observar las especificaciones es de cada una de las cámaras de los dispositivos móviles evaluados para la realización del proyecto.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

Modelos de Cámaras					
Comparación de Cámaras de dispositivos móviles	Evolución UM840	LG Optimus 3D P920	Samsung S3	Tablet Samsung GT-P1000N	Tablet ZTE V9
Mega píxeles	3,2 MP	5 MP	8 MP	3 MP	3.2 MP
Resolución	2048x1536 píxeles	2560x1920 píxeles	3264x2448 píxeles	2048x1536 píxeles	2048x1536 píxeles
Tamaño	3,2 "	4.3 "	4.8 "	7"	7"
Zoom Digital	Hasta 2.5X	Hasta 4X	Hasta 4X	Hasta 4X	Hasta 4X
Formato de Imágenes	.jpg	JPEG	JPEG	JPEG	JPEG

Tabla 4.Comparación de Cámaras de dispositivos móviles.

Posteriormente, para el proceso de captura de las imágenes se utilizó además de la cámara integrada al dispositivo móvil, el elemento tecnológico previamente definido como Dermoscopio (Ver Capítulo II), ubicado entre la epidermis y la cámara del teléfono para permitir la captura de la lesión.

El dermatoscopio utilizado para la realización del proyecto es el DermLite II híbrido, como se puede apreciar en la Figura 3. **Dermoscopio DermLite II híbrido**. Figura 3, suministrado por la Dra. Dermatóloga Mayerith Torreyes, el mismo cuenta con tecnología patentada que combina iluminación no polarizada para dermatoscopia de inmersión de fluido con polarización dermatoscopia cruzada, con o sin contacto con la piel. Este dispositivo ofrece alta potencia de luz, un gran lente de 25 mm, así como una batería integrada recargable de litio-ion. [12]

Entre sus ventajas se encuentra que en el modo polarizado es rápido y fácil de ver más profundamente la pigmentación y la vascularización con o sin contacto, gracias a sus 24 LEDs (diodos emisores de luz) propulsado por un potente litio-ion.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

Este estudio se llevó a cabo en el Hospital Militar Doctor Carlos Arvelo, junto a la Dra. Dermatóloga Mayerith Torreyes, que con la ayuda de sus pacientes de diferentes fototipos cutáneos se pudieron tomar varias muestras en diferentes zonas del cuerpo.



Figura 3. Dermoscopio DermLite II híbrid m.

IV.3. Estudio del Lenguaje de Programación

Para escoger el lenguaje de programación que más se adaptaba a nuestras necesidades, se decidió realizar unas matrices FODA, las cuales se pueden observar en la **Tabla 5**, **Tabla 6** y **Tabla 7**; para cada sistema operativo, donde se describen sus fortalezas, debilidad, oportunidades y amenazas de cada uno de las opciones a evaluar.

IV.3.1. Sistema Operativo Android

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema Operativo de Código abierto. • Variedad en los equipos y modelos que ofrecen el S.O. • Sistema Operativo personalizable y flexible. 	<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad moderada. (Malware, Spam, Abuso de recursos, Pérdida de datos). • Falta de rigurosidad en el control de las aplicaciones.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento exponencial de aplicaciones disponibles en su tienda (Play Store). • Lanzamiento de nuevas versiones del S.O. • La comunidad de desarrolladores de JAVA es amplia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Litigios abiertos por posibles vulneraciones de patentes. • Poca duración de la batería en los dispositivos móviles.

Tabla 5. Matriz FODA Sistema Operativo Android.

IV.3.2. Sistema Operativo Blackberry OS

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Perfecto para la comunicación vía SMS, mensajería Instantánea y correo electrónico. • Teclado Físico. • Diferentes modelos disponibles según nuestros intereses y presupuesto. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se explota el potencial del terminal si no está conectado a Internet con una tarifa de datos. • Los modelos táctiles sin teclado físico dejan mucho que desear comparados con los demás Smartphone táctiles.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Lanzamiento de una nueva plataforma. -BlackBerry 10. • Incremento de desarrolladores de aplicaciones para la nueva plataforma. 	<ul style="list-style-type: none"> • La pérdida de consumidores del S.O a nivel mundial.

Tabla 6. Matriz FODA Sistema Operativo Blackberry OS.

IV.3.3. Sistema Operativo IOS

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Control por Voz (SIRI). • Gran lealtad de los consumidores de productos Apple. • Nuevo Sistema Operativo IOS 5. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto costo de los equipos con iOS. • Memoria interna no expandible. • No es posible alterar el hardware ni el software (exceptuando Jailbreak).
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Ningún otro smartphone posee el Sistema SIRI. • El mercado de smartphone y dispositivos móviles se está expandiendo. • El éxito del iPhone ayuda a incrementar las ventas de la marca y sus dispositivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Consumidores prefieren dispositivos más económicos. • La dificultad de traer a nuevos consumidores. • Software cerrado.

Table 7. Matriz FODA Sistema Operativo iOS.

IV.4. Estudio del servidor

El servidor que posee la Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones de la Universidad Católica Andrés Bello, es un xSeries 345, modelo 8670-SQX serial: KP-WDH16.

El servidor de IBM xSeries 345 de dos vías, es escalable, optimizado para bastidor y de diseño compacto. 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. Permite nuevos niveles de transferencia de datos y mayor rendimiento.

A continuación en la **Tabla 8**, se presentan las especificaciones del servidor:

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

Especificaciones del Equipo	
Descripción del producto	IBM eserver xSeries 345 8670 - Xeon 3.06 GHz
Tipo	Servidor
Factor de forma	Se puede montar en bastidor - 2U
Dimensiones (Ancho x Profundidad x Altura)	44.4 cm x 69.8 cm x 8.5 cm
Peso	28.1 kg
Localización	Español / España
Escalabilidad de servidor	2 vías
Procesador	2 x Intel Xeon 3.06 GHz
Memoria caché	512 KB L2
Caché por procesador	512 KB
Memoria RAM	512 MB (instalados) / 8 GB (máx.) - DDR SDRAM - ECC Chipkill - 266 MHz - PC2100
Controlador de almacenamiento	RAID (Ultra320 SCSI) - PCI-X / 100 MHz ; IDE (ATA-100)
Unidad de disquete	Disquete de 3,5" de 1,44 MB
Bahías de almacenamiento de servidor	Hot-swap 3.5"
Disco duro	No.
Almacenamiento óptico	CD-ROM
Monitor	Ninguno
Controlador gráfico	PCI - ATI RAGE XL
Memoria de vídeo	8 MB SDRAM
Conexión de redes	Adaptador de red - PCI-X / 100 MHz - Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet

Tabla 8. Ficha General del Servidor xSeries 345 8670. [13]

IV. 5. Método de Transferencia de Archivos.

Para la realización de esta etapa fue necesaria la utilización de la VPN (Virtual Private Network) que suministra el DTI (Departamento de Tecnologías de Información), de la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), al cual es posible acceder a través del software de control llamado *VPN Client* de CISCO, Versión 5.0.04.0300, con una dirección IP 200.2.15.200, además de la utilización un usuario llamado tesis20133, para esta conexión remota se utiliza el protocolo SSH (Secure SHell), ya que este nos brinda una conexión segura.

Asimismo se utilizó el programa FileZilla Versión 3.7.3, para realizar la transferencia de archivos al servidor de la Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones, el cual trabaja con conexión SSH y dicho programa transfiere los archivos a través del protocolo TCP (*Transmission Control Protocol*).

De igual manera se utilizó Putty Release 0.61, programa que se utiliza como cliente para hacer varios tipos de conexiones a distintos servidores y protocolos como SSH Y TELNET estos protocolos sirven básicamente para conectarse remotamente a otros equipos.

IV.6.Diseño e implementación del sistema.

IV.6.1 Diseño de aplicación de Tele dermatología

La siguiente fase consistió en el diseño estructurado en los lenguajes de programación Java y PHP, los cuales en virtud de las ventajas que ofrecen frente a otras herramientas de programación presentaron las condiciones necesarias para la realización de dicho proyecto. La **Figure 4** se muestra un diagrama representativo de cada una de las etapas que comprende el uso de la aplicación.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

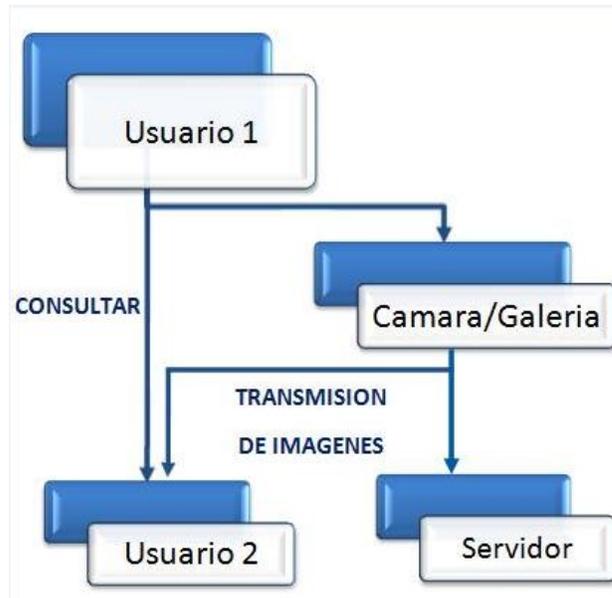


Figure 4. Diagrama funcional de la aplicación.

Como se observa en el diagrama el proceso empieza con el Usuario1 el cual tiene las opciones de:

- Realizar una consulta directa con Usuario2.
- Capturar una imagen con la cámara o buscarla desde la galería del dispositivo móvil y transmitir al Usuario2 o enviar la información al Servidor de la escuela de ingeniería en telecomunicaciones.

IV.6.3 Provisión de seguridad al sistema

Una vez obtenida la estructura del sistema, se realizó un estudio de las opciones que pudieran integrarse a la aplicación para proteger la integridad de la información manipulada. Al finalizar el estudio se realizó la selección de los mecanismos de seguridad a aplicar.

CAPITULO V. RESULTADOS

El presente capítulo cumple con la finalidad de presentar de forma sistemática cada uno de los resultados obtenidos en las etapas que comprenden el desarrollo del software en cuestión.

Tal y como se planteó anteriormente, la aplicación tiene como objetivo brindar apoyo a los médicos especialistas en dermatología mediante la transmisión y recepción de imágenes dermatoscópicas a través de la utilización de dispositivos móviles, para realizar consultas a otros médicos y demás acciones afines con el propósito de realizar un diagnóstico acertado. Para cumplir con tal labor, es preciso tener en cuenta el tipo de información manipulada, puesto que la misma será posteriormente transmitida a otros dispositivos.

V.1. Estudio de Imágenes

Para que los médicos especializados en dermatología puedan realizar un diagnóstico acertado y confiable haciendo uso de este programa, se debe concretar un mínimo de calidad en las imágenes aceptable, es por ello que las mismas deben cumplir con ciertas características.

Para poder determinar estos parámetros de calidad de imagen, se elaboró una encuesta en la que se presentan todas las imágenes capturadas con cámaras de dispositivos móviles de distintas resoluciones; dicha encuesta fue aplicada a un grupo de 9 especialistas del Hospital Militar Doctor Carlos Arvelo y en la misma se busca evaluar la funcionalidad, utilidad y la rentabilidad de la aplicación.

A continuación se presenta el análisis de las preguntas realizadas en dicha encuesta:

1.- Enumerar en una escala del 1 al 5, la imagen que mejor resolución tenga para usted para poder realizar un buen diagnostico. (1- Mejor resolución, 5- Peor resolución).

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

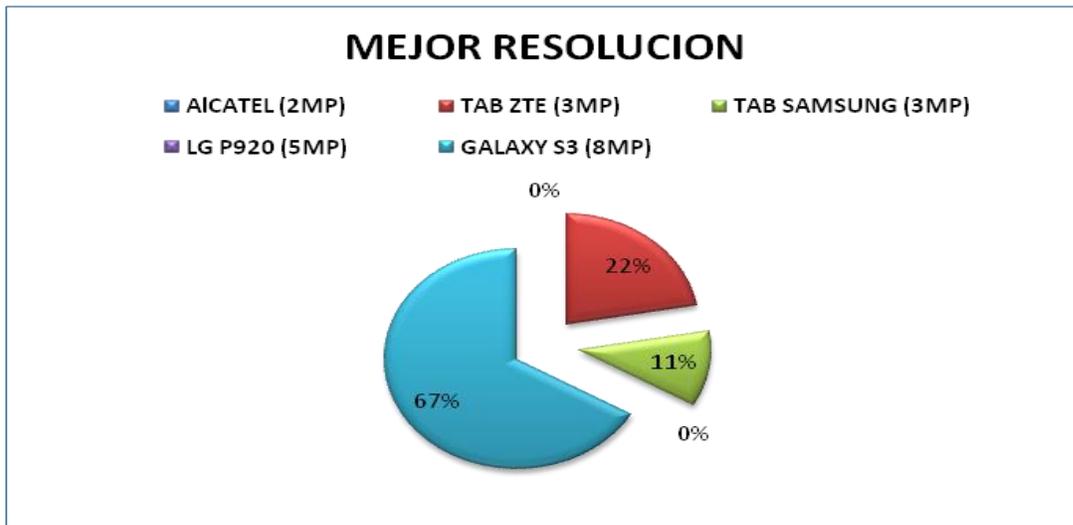


Figura 5. Mejor Resolución de Cámaras en Dispositivos Móviles.

Como se pudo observar en el **Figura 5** dicha encuesta se elaboró con una serie de dispositivos móviles con diferentes resoluciones desde 2 MP hasta dispositivos de 8 MP, dando como resultado que el dispositivo móvil Samsung Galaxy S3 es el que mejor cumple con los requerimientos de resolución establecido por los médicos dermatólogos, lo cual se apoya con la sustentación técnica expuesta en la **Tabla 4** del Capítulo IV, en la que se evidencia que dicho modelo posee una resolución de 3264x2448 píxeles.

Asimismo, para la selección de la cámara en base a estos resultados se determinó que un equipo de 3MP es el mínimo de resolución requerido que se puede utilizar en la aplicación, sin distinción de marca alguna puesto que los modelos que poseen una resolución menor no estuvieron dentro del rango aceptado por los especialistas.

2.- Enumerar en una escala del 1 al 4, en que fototipo cutáneo se observa mejor la imagen para realizar un diagnóstico con más precisión. (1- Mejor, 4- Peor).

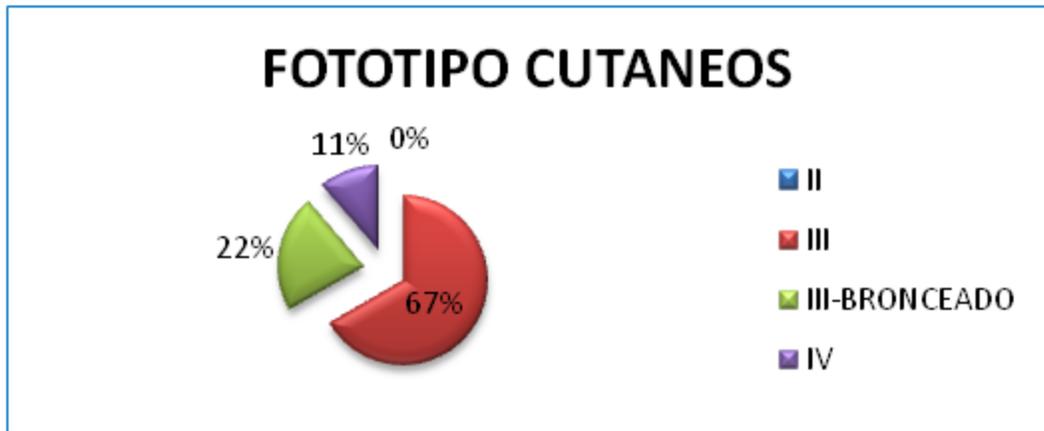


Figura 6. Fototipos Cutáneos.

El resultado reflejado de esta etapa de la encuesta indica que la aplicación tiene mejor funcionalidad en pieles clasificadas dentro del fototipo cutáneo III, como se puede observar en el **Figura 6**.

Esto es importante dado que un porcentaje considerable de la población del país cumple con esta característica.

3.- ¿Sería de utilidad para usted una aplicación desarrollada en dispositivos móviles para enviar y recibir imágenes dermatoscópicas con la finalidad de hacer consultas a distancia con sus colegas?

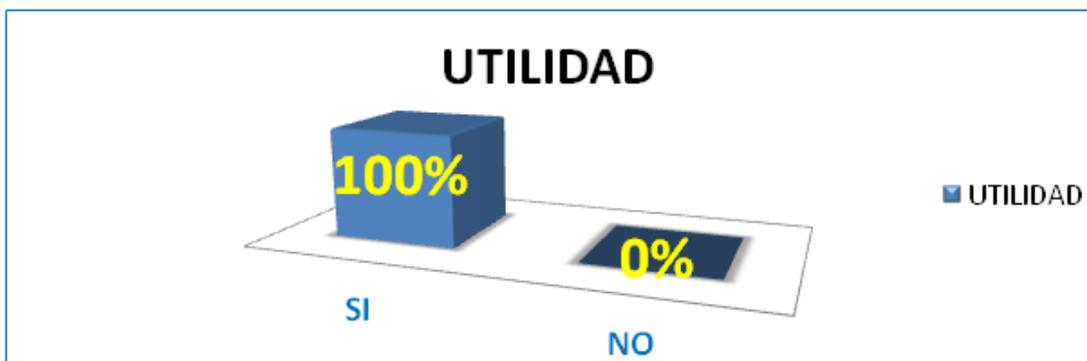


Figura 7. Utilidad de la aplicación.

Los dermatólogos encuestados mostraron la necesidad de poseer una aplicación que sustente su trabajo al momento de diagnosticar a sus pacientes, como

se puede apreciar en el **Figura 7**, dado que se brinda un medio en el cual se permite obtener más de una opinión profesional, lo que representa un beneficio tanto para el médico como para el paciente.

V.2. Estudio de lenguaje de programación

Una vez evaluado exhaustivamente los sistemas operativos, comparado entre ellos y además construidas las matrices FODA de cada uno de los mismo (Ver Capítulo IV), se puede en principio elegir cualquier sistema operativo ya que todos tienen ventajas y desventajas, pero se decidió elegir el sistema operativo Android, por varias razones las cuales se dieron a conocer anteriormente, pero otras muy puntuales son las siguientes:

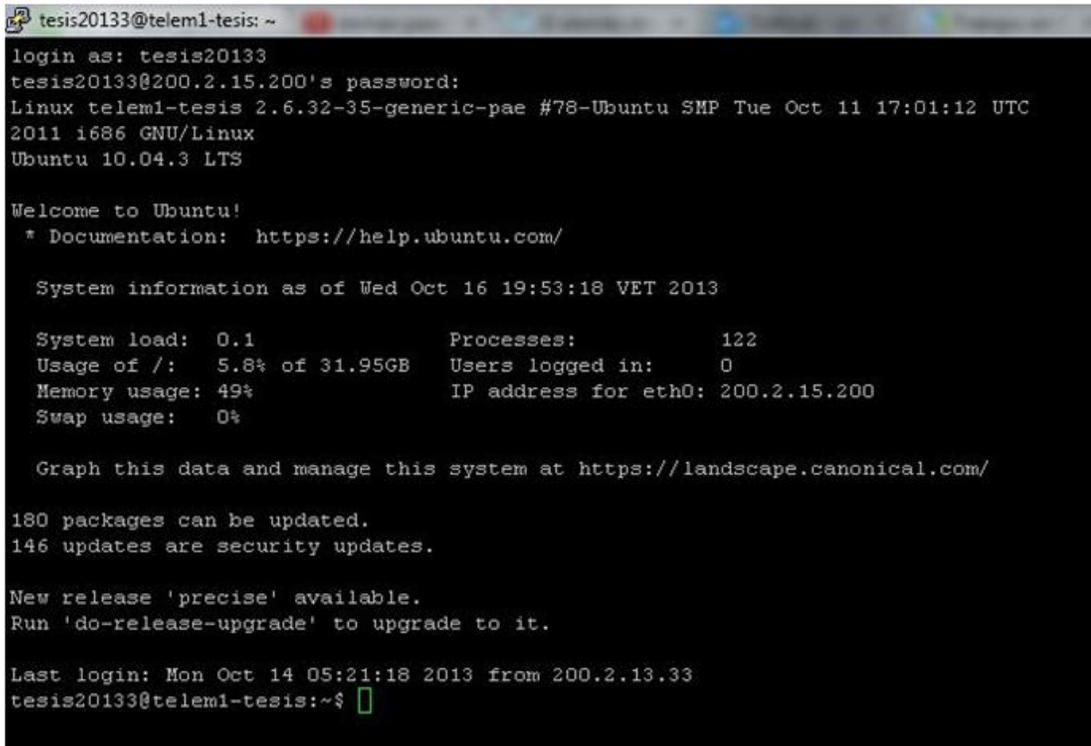
- La Escuela de Telecomunicaciones da la facilidad de aprender un poco más sobre Android, ya que ofrece a través de su pensum las electivas Java y Android.
- Se ahorraría un gasto extra comprando un iPhone, iPad, BlackBerry, entre otros, ya que se posee teléfonos y tabletas con sistema operativo Android.

V.3. Estudio del servidor

La Dirección de Tecnologías de Información (DTI) de la Universidad Católica Andrés Bello, es la encargada de la correcta instalación y configuración del servidor que decidió utilizarse para llevar a cabo el proyecto, para su verificación se utilizó Putty (ver Capítulo IV), realizando la conexión remota por consola al sistema, obteniéndose un sistema operativo gratuito con una versión de Ubuntu 10.04.3 LTS.

De igual forma para la conexión a la base de datos, la DTI suministró una cuenta para la cual el nombre de usuario es tesis20133 y una contraseña, mediante el host 200.2.15.200, como se puede observar en la **Figura 8** que se muestra a continuación.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.



```
tesis20133@telem1-tesis: ~
login as: tesis20133
tesis20133@200.2.15.200's password:
Linux telem1-tesis 2.6.32-35-generic-pae #78-Ubuntu SMP Tue Oct 11 17:01:12 UTC
2011 i686 GNU/Linux
Ubuntu 10.04.3 LTS

Welcome to Ubuntu!
 * Documentation:  https://help.ubuntu.com/

System information as of Wed Oct 16 19:53:18 VET 2013

System load:  0.1          Processes:      122
Usage of /:   5.8% of 31.95GB  Users logged in:  0
Memory usage: 49%          IP address for eth0: 200.2.15.200
Swap usage:   0%

Graph this data and manage this system at https://landscape.canonical.com/

180 packages can be updated.
146 updates are security updates.

New release 'precise' available.
Run 'do-release-upgrade' to upgrade to it.

Last login: Mon Oct 14 05:21:18 2013 from 200.2.13.33
tesis20133@telem1-tesis:~$
```

Figura 8. Putty

V.4. Método de transmisión de archivos al servidor.

Los enlaces realizados por VPN se efectuaron mediante la configuración del programa VPNClient con los datos de conexión externa que la DTI suministró, tal y como se muestra en la **Figura 9**.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

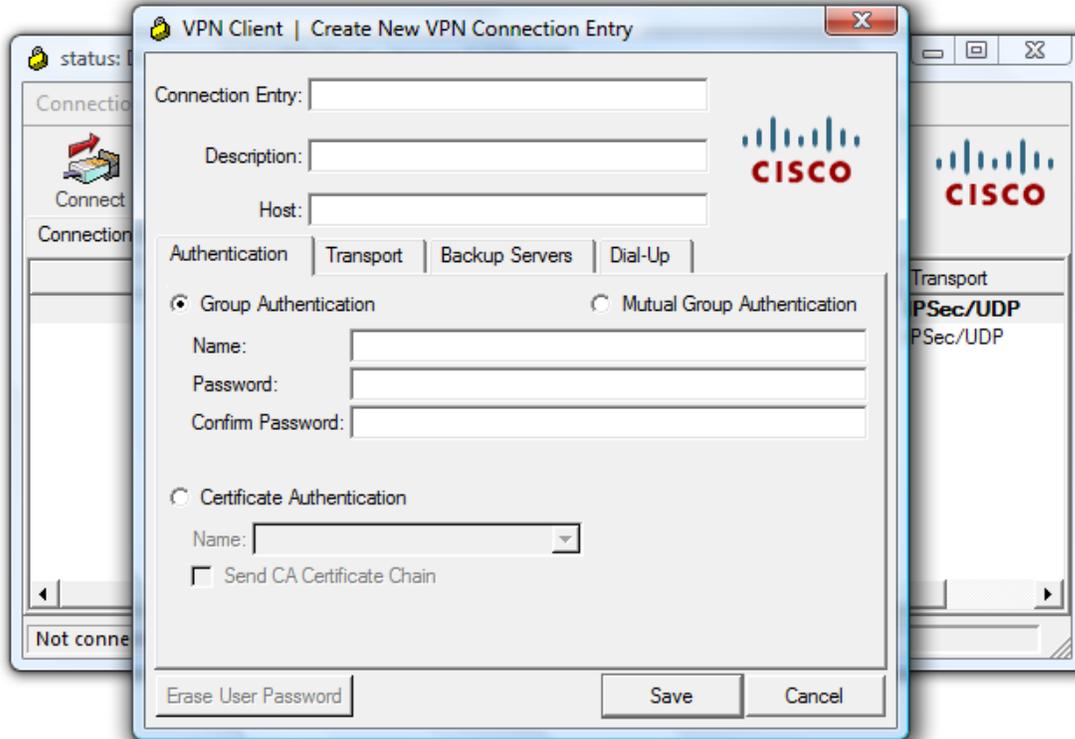


Figura 9. Creación de una nueva conexión VPN

Posterior a esta etapa se indica que la conexión se realiza a través de un canal seguro.

La imagen a continuación indica el ingreso al sistema y la autenticación del usuario para la utilización del VPN Client. **(Figura 10)**.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

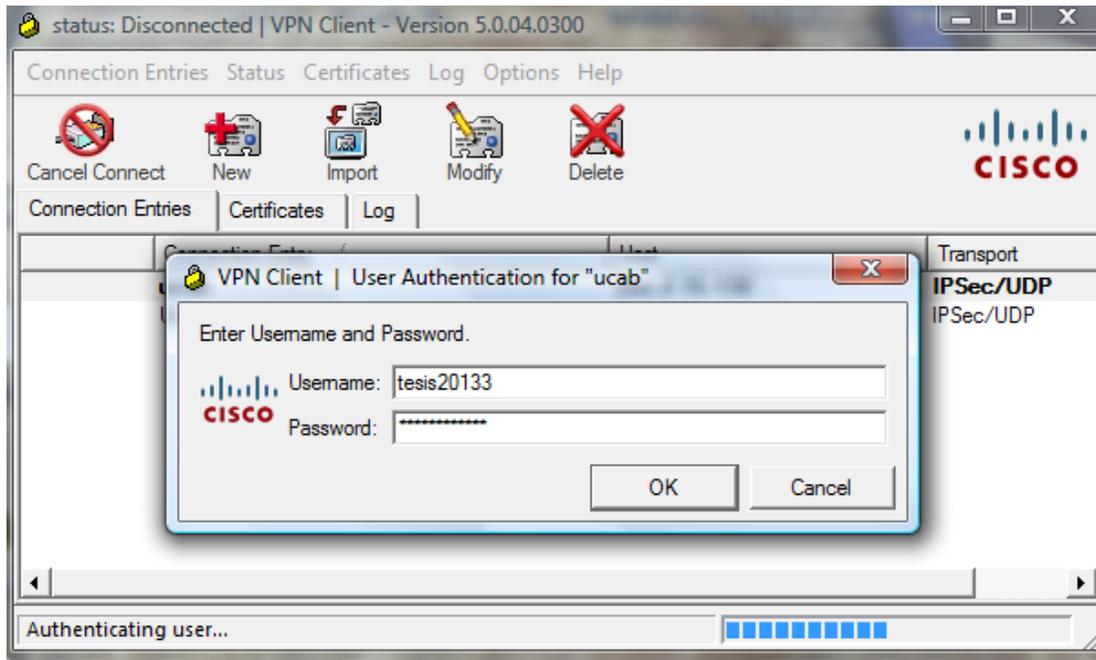


Figura 10. Ingreso al sistema y autenticación del usuario.

Finalmente muestra un mensaje que indica el estado de la conexión mediante un canal seguro a la red interna de la UCAB, como se muestra en la **Figura 11**.

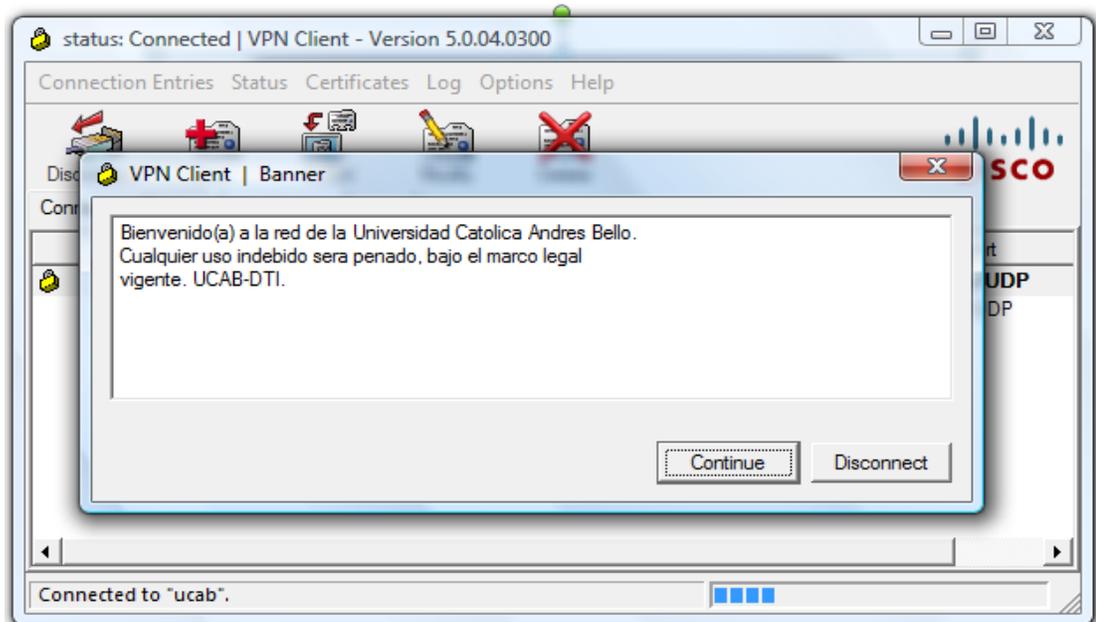


Figura 11. Estado de Conexión.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

Por otro lado, la conexión desde la pc hacia Filezilla (ver anexo 1) se realizó mediante el protocolo *SSH*, y la transferencia de archivos se realizo mediante *SFTP*.

Simultáneamente para acceder a Filezilla (**Figura 12**) fue necesario incluir los datos de dirección IP, así como datos de usuario, clave y puerto de conexión a utilizar. Por último se seleccionaron las carpetas y/o archivos a transferir y se enviaron al servidor, observándose en las carpetas del servidor que los archivos fueron cargados con éxito.



Figura 12. Filezilla.

V.5. Diseño e implementación del sistema

V.5.1 Base de Datos

Esta etapa explica la información técnica de cada una de las tablas que conforman la base de datos que utiliza la aplicación creadas en Putty Version 2.6.32

- Tabla 1: Contiene la información de registro de los usuarios.
- Tabla 2: Datos de los doctores agregados por el usuario.
- Tabla 3: Información de los pacientes agregados por el usuario.
- Tabla 4: Contiene las direcciones URL de las imágenes del servidor.

V.5.2 Diseño de la aplicación de Tele dermatología

El desarrollo del software se realizó con la herramienta Eclipse, se creó una interfaz para el usuario compuesta por 21 pantallas descritas a continuación:

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

1.- Inicio:

Pantalla compuesta por una imagen con la presentación de la aplicación, como se puede observar en la **Figura 13**.



Figura 13. Inicio de la aplicación

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

2.- Entrada al sistema:

Pantalla compuesta por dos campos en los que se ingresa el login o nombre de usuario y la contraseña, además de presentar cuatro (4) botones que representan las distintas opciones de entrada al sistema para el especialista:

- Ingresar : si es un usuario ya registrado
- Registrarse: en caso de ser nuevo en el sistema
- Salir: salir de la aplicación



DermApp | Inicio de Sesión

Usuario:
Ingrese su usuario

Contraseña:
Ingrese su contraseña

Salir Ingresar

¡Registrarse!

Figura 14. Entrada al Sistema.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

3.- Registrarse:

Pantalla de registro como se puede observar en **Figura 15**, donde se encuentra un formulario para la inscripción del usuario en el sistema, el cual cuenta con los siguientes campos;

- Usuario: el nombre del especialista.
- Contraseña: la contraseña que el usuario indique.
- Repita la contraseña: repetir la contraseña para rectificar.
- Correo-e: correo del especialista.

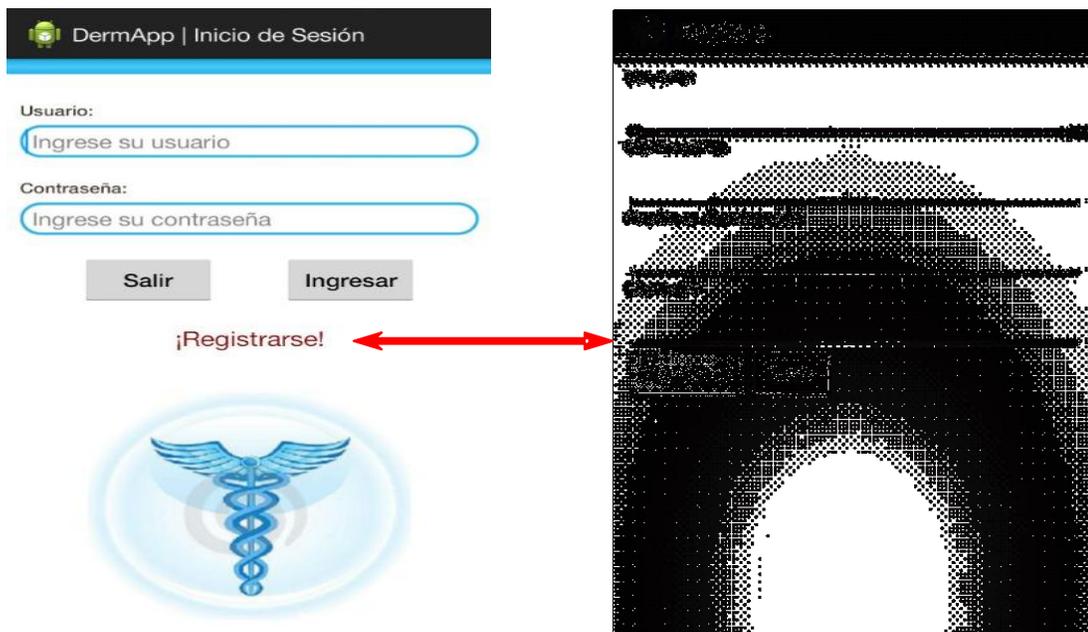


Figura 15. Registro.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

4.- Menú principal:

Pantalla compuesta por seis (6) opciones para el especialista (**Figura 16**), las cuales son:

Doctores: Despliega una lista de los usuarios o médicos registrados por el especialista.

- Pacientes: despliega un listado de los pacientes registrados en el sistema.
- Cámara: botón que permite al especialista ingresar una nueva imagen al sistema.
- Galería: registro de imágenes almacenadas en la memoria del dispositivo móvil del usuario.
- Acerca de: botón que describe las generalidades de la aplicación.
- Salir: salida del sistema.



Figura 16. Menú Principal.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

5.- Lista de Doctores:

Pantalla en la que se despliega la lista de los médicos registrados por el especialista, como se puede observar en la **Figura 17**, en la misma se puede ver el estado de conexión de cada usuario. Además cuenta con un menú desplegable al presionar el botón del menú del dispositivo, las opciones son:

- Agregar un doctor: pantalla que permite agregar a otro usuario a la lista de doctores.
- Salir: salir al menú principal.

Asimismo la aplicación cuenta con un servicio de chat entre los especialistas, donde cada usuario de la lista es un botón que la presionarlo se despliega una pantalla que permite la conversación entre los doctores.

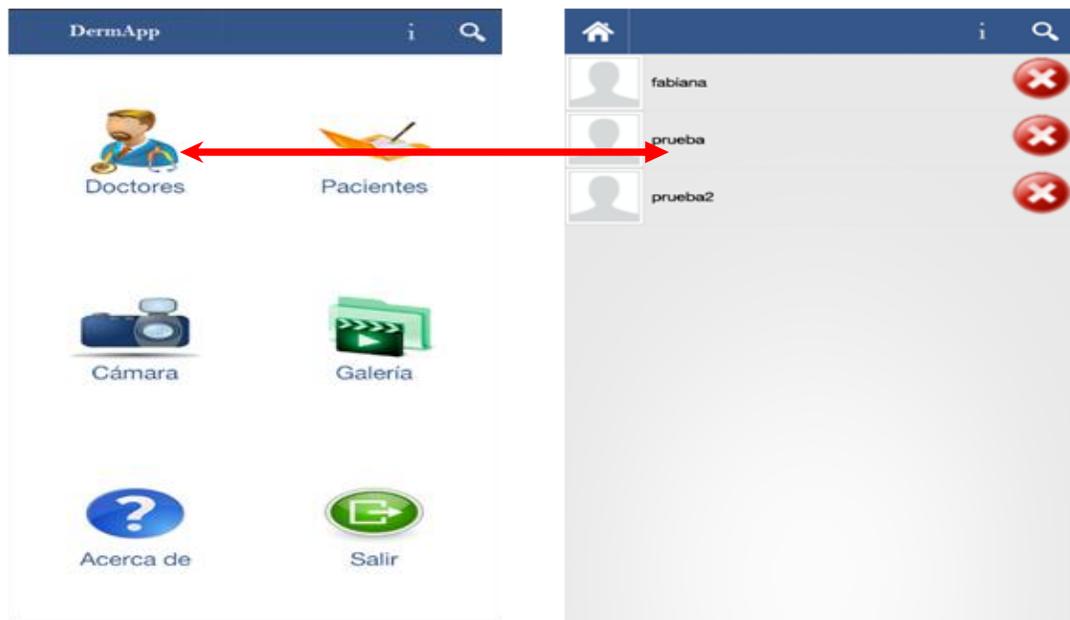


Figura 17. Lista de Doctores.

6.- Agregar un Doctor:

Pantalla con un solo campo, ver **Figura 18**, en donde se agrega a otro especialista a la lista de doctores; cuenta con dos botones:

- Agregar: actualiza la lista de doctores.
- Salir: conduce a la lista de doctores.



Figura 18. Agregar un Doctor.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

7.- Chat entre doctores:

Pantalla que contiene un campo para escribir el texto y una vez presionado el botón de “enviar”, dicho texto aparece en el campo de lectura de la conversación con el especialista elegido de la lista de doctores, como se puede detallar en la **Figure 19**.

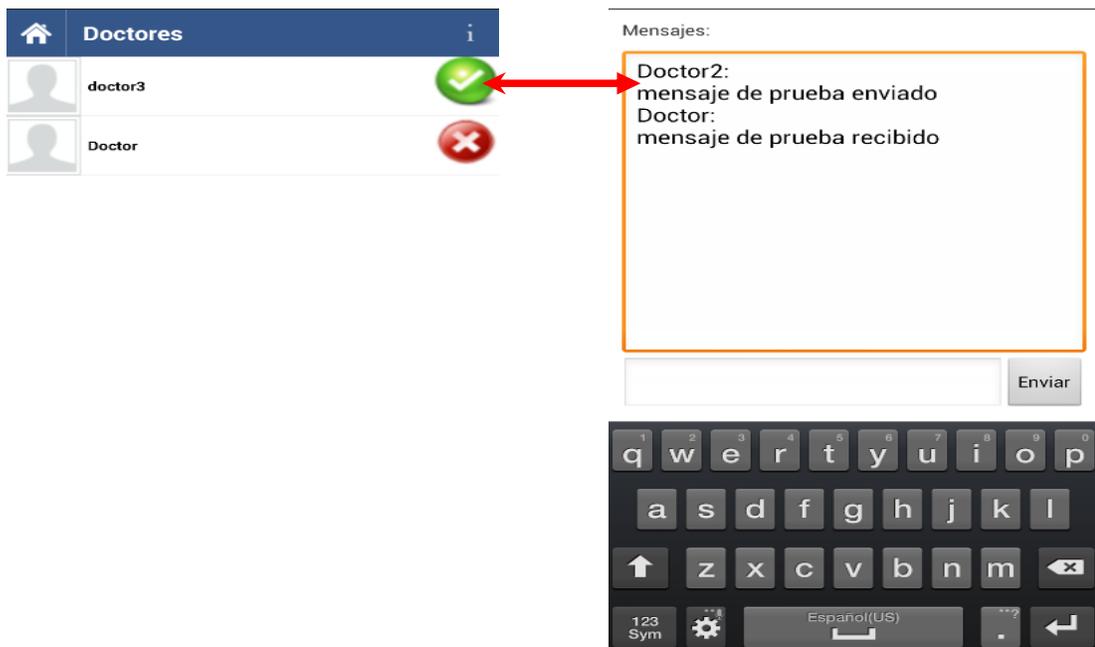


Figure 19. Chat entre Doctores.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

8.- Lista de Pacientes:

Pantalla en la que se despliega la lista de los pacientes registrados por el especialista, ver **Figura 20**. Además cuenta con un menú desplegable al presionar el botón del menú del dispositivo, las opciones son:

- Agregar un paciente: pantalla que permite agregar a otro paciente a la lista de pacientes.
- Salir: salir al menú principal.

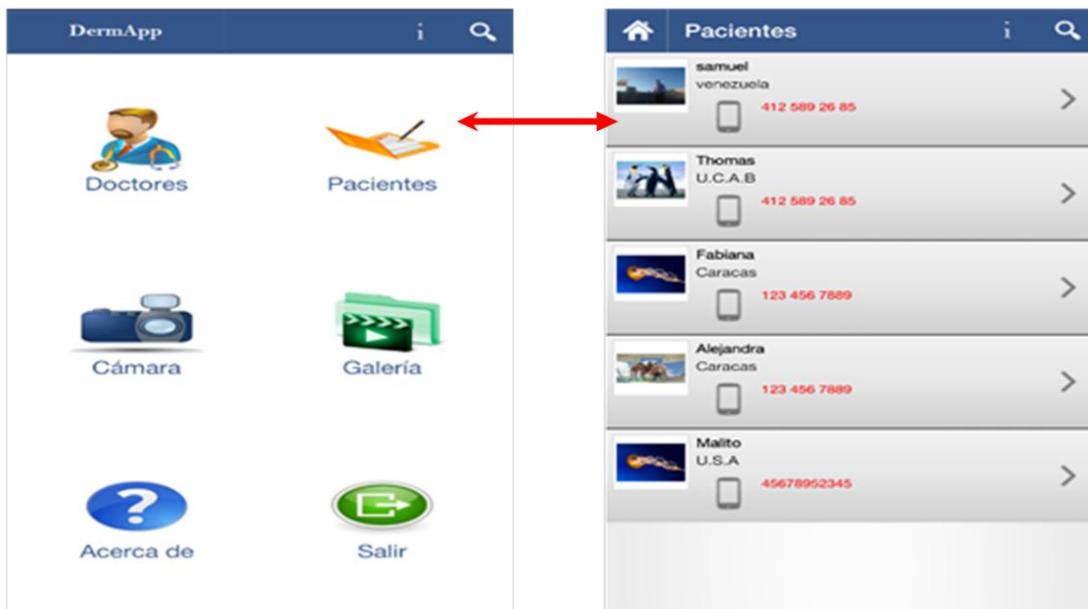


Figura 20. Lista de Pacientes.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

9.- Agregar un Paciente:

Pantalla que contiene un solo campo, en donde se agrega a otro paciente a la lista (**Figura 21**); cuenta con dos botones:

- Agregar: actualiza la lista de pacientes.
- Salir: salir a la lista de pacientes.

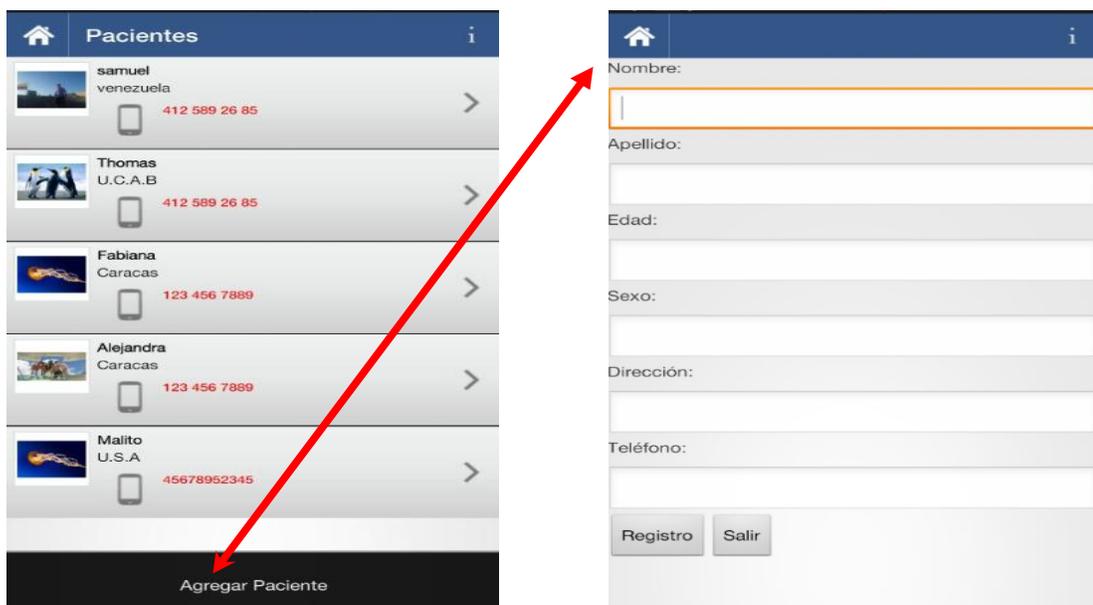


Figura 21. Agregar un Paciente.

10.- Historia médica de paciente:

Pantalla en la que se encuentra una breve historia médica de cada paciente, ver **Figura 22**, esta pantalla aparece al presionar el nombre de dicho paciente en la “lista de pacientes”.

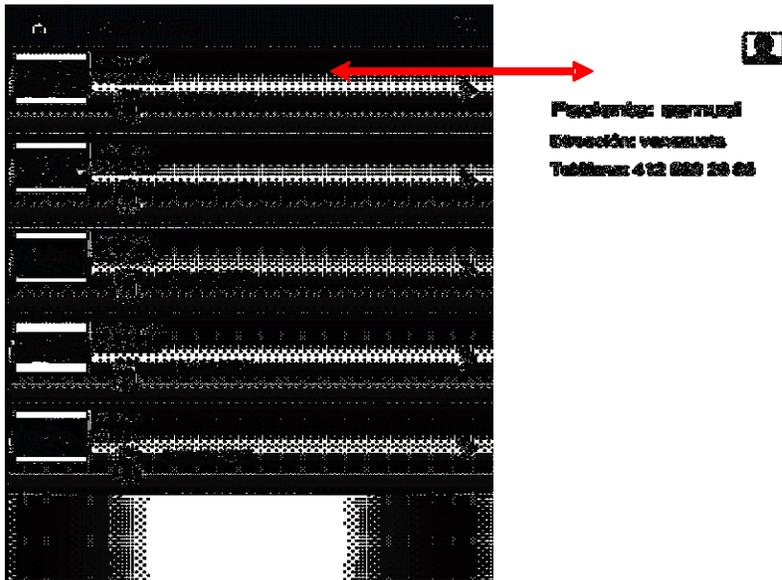


Figura 22. Historia Médica de Paciente.

11.- Cámara:

Pantalla que contiene tres botones (**Figura 23**), los cuales son:

- Cámara: al presionar se despliega la cámara del dispositivo móvil para capturar la imagen de la lesión del paciente (**Figura 24**).
- Cargar imagen: una vez capturada la imagen, al presionar este botón se cargará directamente al servidor de la Universidad Católica Andrés Bello.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

- Enviar imagen: Una vez capturada la imagen, al presionar este botón se desplegarán varias opciones, las cuales son los medios para transmitir la imagen, en este caso se transmitirá por correo electrónico.

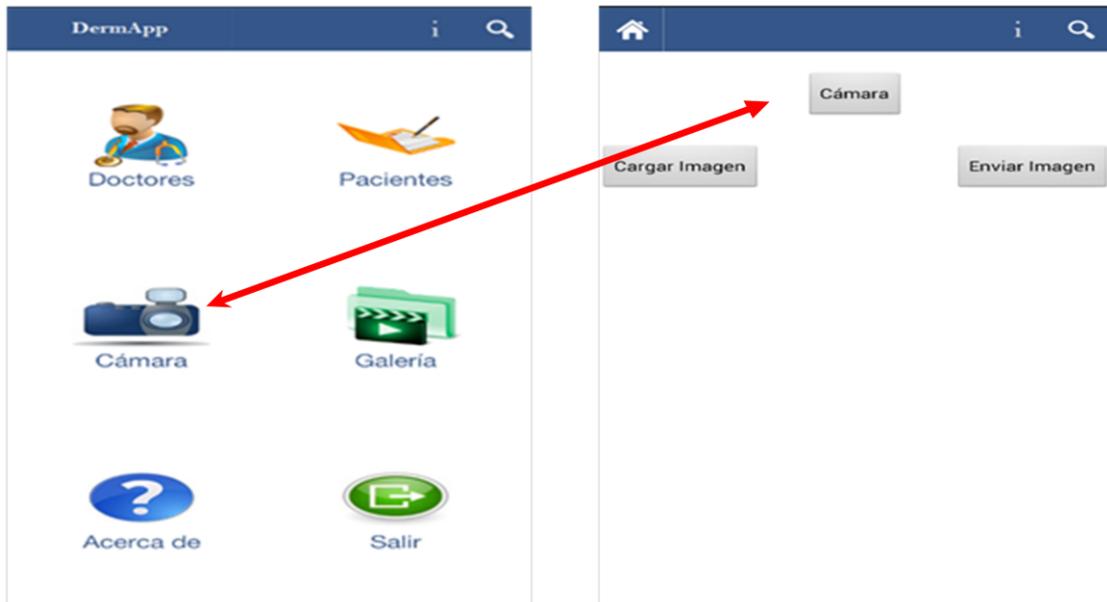


Figura 23. Cámara.

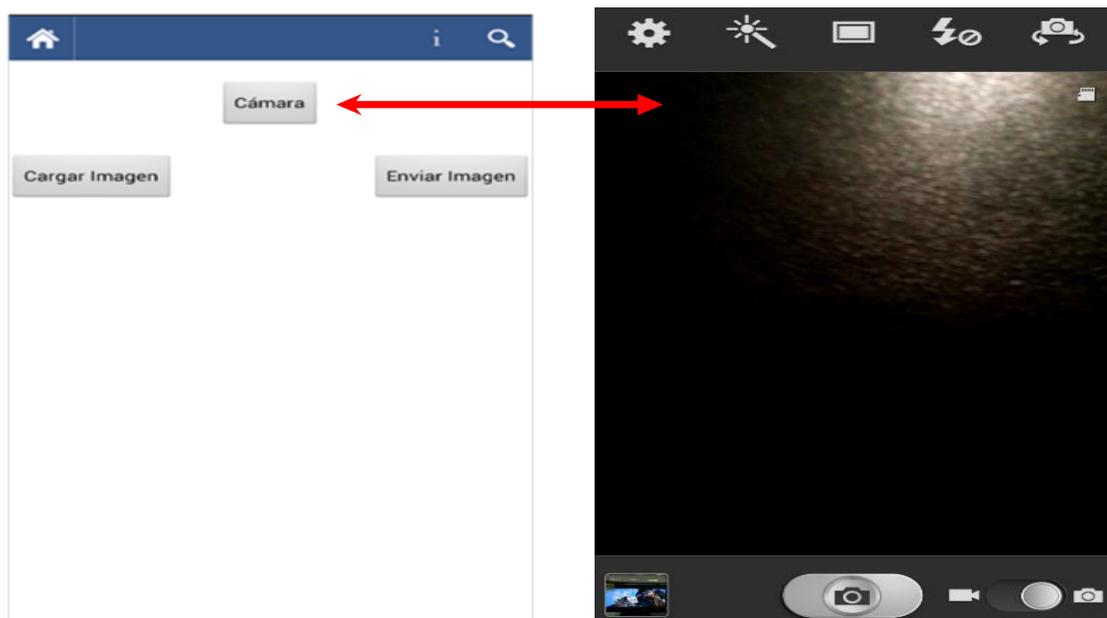


Figura 24. Cámara del Dispositivo Móvil.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

Al ser capturada la imagen de la lesión en la piel, aparecerá una pantalla con dos opciones:

- Descartar: Si se presiona esta opción, retorna a la cámara del dispositivo móvil (ver **Figura 24**).
- Guardar: la imagen aparece en la pantalla Cámara donde vuelve a tener las tres opciones anteriores: (ver **Figura 25**).

1.- Cámara: al presionar se despliega la cámara del dispositivo móvil para capturar la imagen de la lesión del paciente.

2.- Cargar imagen: una vez capturada la imagen, al presionar este botón se cargara directamente al servidor de la Universidad Católica Andrés Bello.

3.- Enviar imagen: una vez capturada la imagen, al presionar este botón se desplegarán varias opciones, las cuales son los medios para transmitir la imagen, en este caso se transmitirá por correo electrónico, como se puede observar en la **Figura 26** y la **Figura 27**.



Figura 25. Guardar Imagen.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

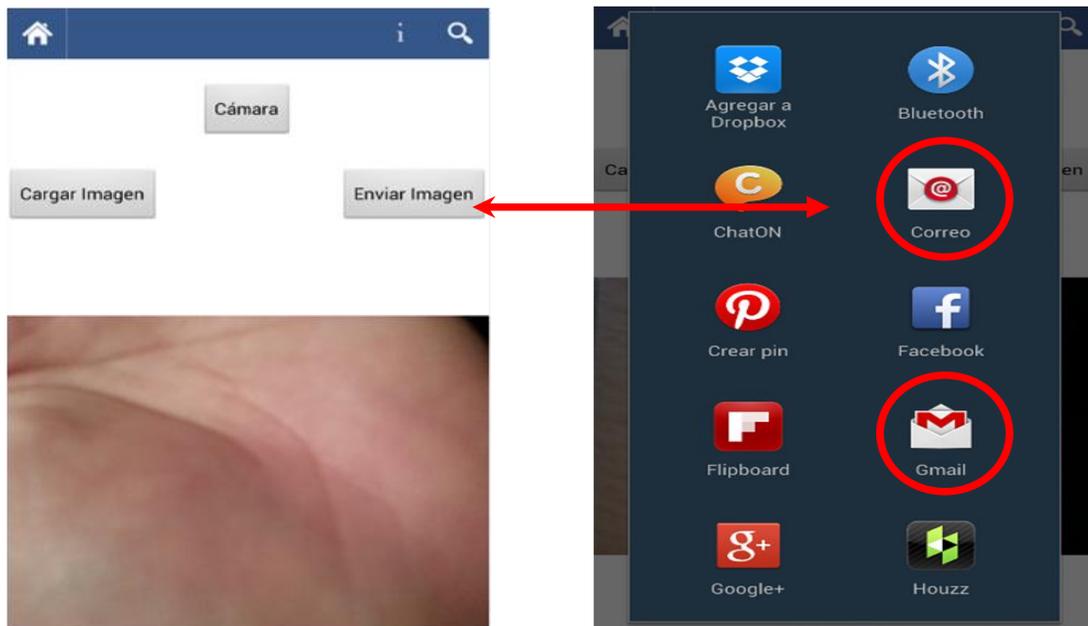


Figura 26. Enviar Imágenes.



Figura 27. Trasmisión de la Imagen por Correo Electrónico.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

12.- Galería:

Pantalla en la que se encuentran dos botones, como se puede apreciar en la **Figura 28**, los cuales son los siguientes:

- Seleccionar la imagen a enviar: al pulsar este botón, se despliega la galería de las imágenes del dispositivo móvil, ver **Figura 29**.
- Enviar archivo seleccionado: al pulsar dicho botón, se despliegan las opciones por donde transmitir la imagen, en este caso se utilizará el correo electrónico, como se puede observar en la **Figura 30**.

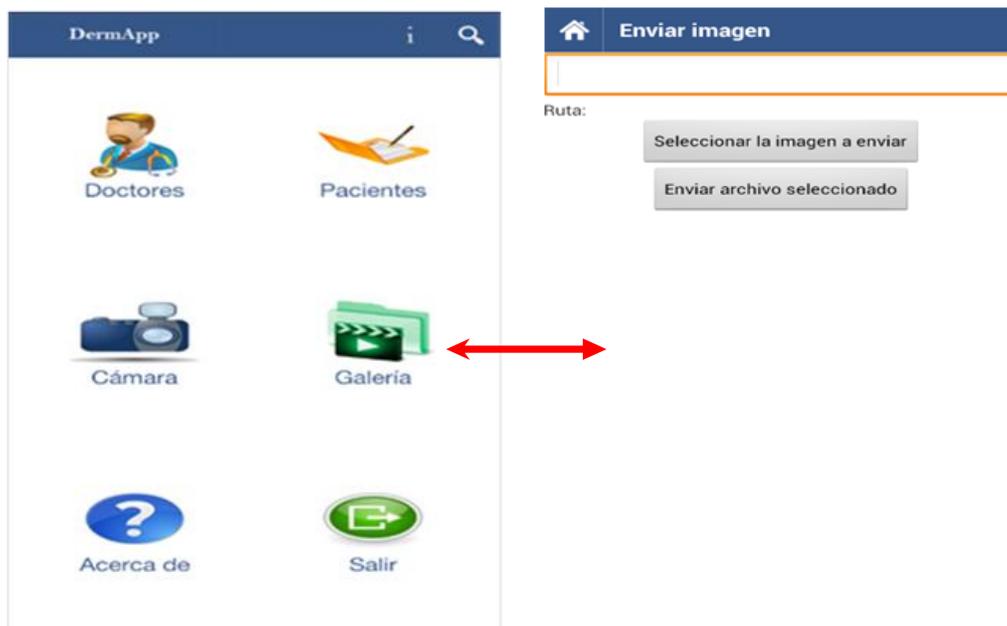


Figura 28. Galería.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

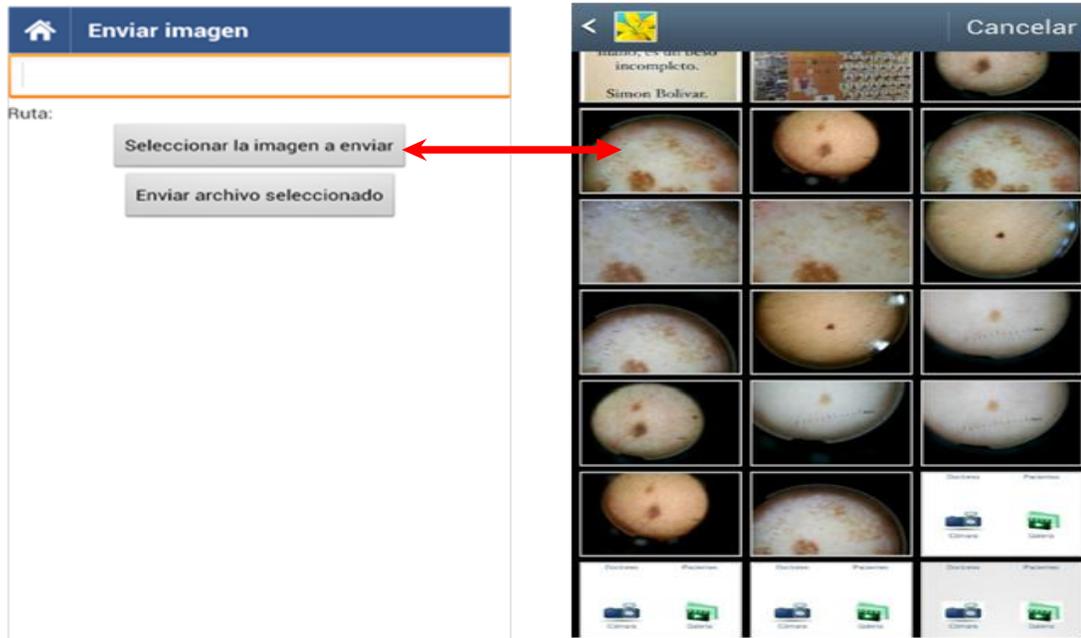


Figura 29. Seleccionar la Imagen a Enviar.

Una vez seleccionada la imagen que se desea enviar, la foto aparecerá en la pantalla Galería, descrita anteriormente, para posteriormente enviar el archivo seleccionado, como se puede observar en la **Figura 31**.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

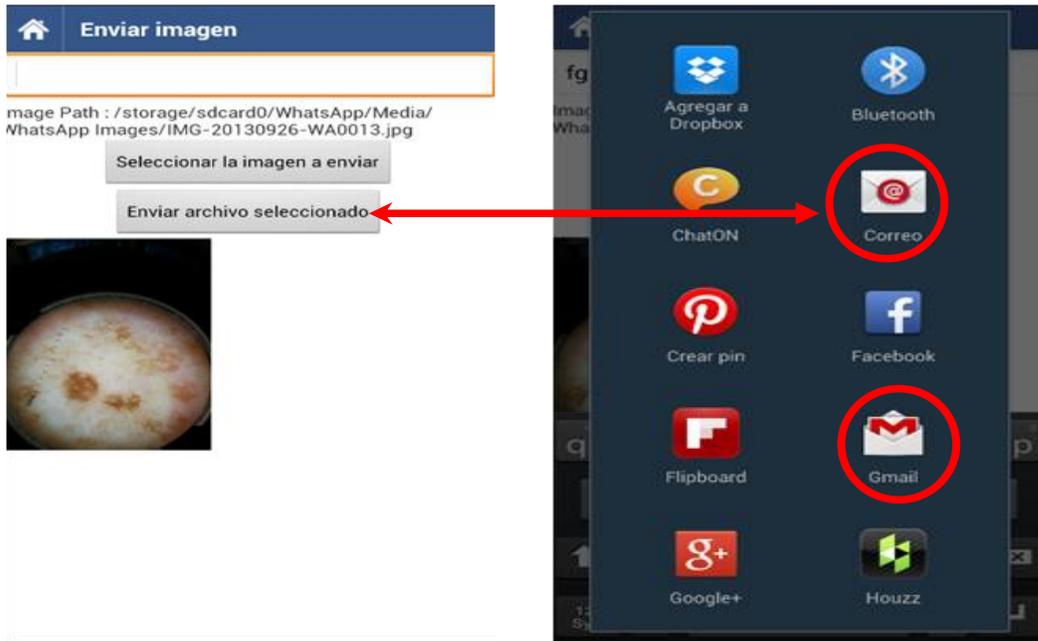


Figura 30. Enviar Archivo Seleccionado.

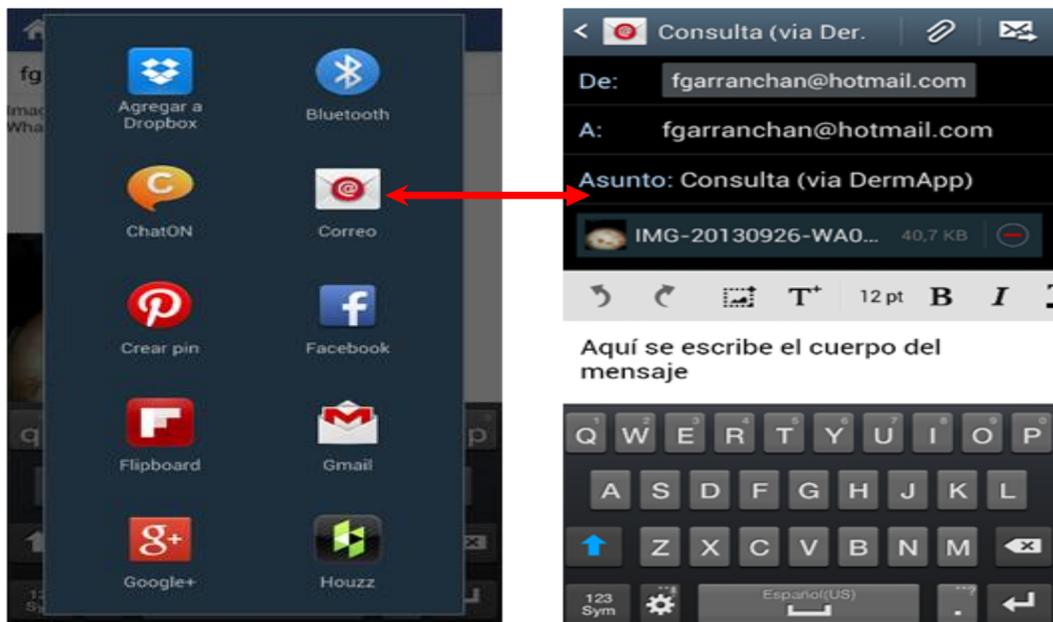


Figura 31. Enviar Imagen por Correo Electrónico.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

13.- Acerca de:

Pantalla en la que se describe las generalidades de la aplicación, como se muestra en la **Figura 32**.

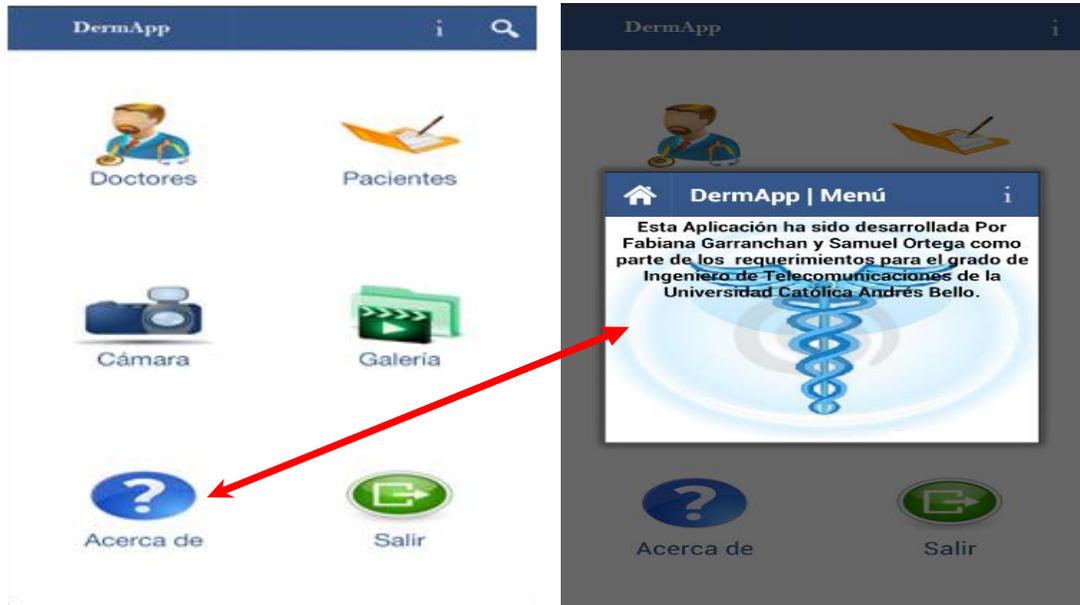


Figura 32. Acerca de.

V.7. Pruebas y optimización

Luego de haber completado cada una de las interfaces que conforman la aplicación, se procedió a realizar las pruebas pertinentes con el fin de verificar el correcto funcionamiento de las mismas. De igual forma se realizó la depuración y corrección de errores, y por último, se demostró la utilidad de esta aplicación para la gestión de datos entre los especialistas.

V.7.2 Pruebas de chat

Se realizaron las pruebas de envío y recepción de texto entre dispositivos móviles, con el fin de simular la comunicación en tiempo real.

V.7.2 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 dermatoscópica sin comprimir.

V.7.3 Pruebas con los médicos

Esta fase de pruebas consistió en entregar la aplicación a los médicos especialistas del Hospital Militar Doctor Carlos Arvelo para su aprobación y última prueba de corrección. Se realizaron diversas recomendaciones que fueron analizadas y tomadas en cuenta para los últimos ajustes de la aplicación y del protocolo.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con el desarrollo de esta experiencia se concluye que es posible aplicar un aprendizaje basado en destrezas en el diseño de herramientas que vayan de la mano con el progreso tecnológico actual y que cuyo objetivo sea el avance de la tecnología médica. A partir de las orientaciones realizadas por distintos especialistas y de los recursos actualmente disponibles fue posible superar las diferentes adversidades que presentó la aplicación y llevar adelante el proyecto con éxito.

Asimismo se demostró que la aplicación genera diversas utilidades para producir mejoras apreciables y significativas, tanto en el campo en el que se desarrolla, como en el aprendizaje de los usuarios, contribuyendo al desarrollo de la educación al introducir técnicas más novedosas y posiblemente al alcance de más personas.

De igual forma, dentro del cumplimiento de los objetivos establecidos al inicio del presente Trabajo Especial de Grado se concluye:

- A partir de la evaluación de los distintos sistemas operativos existentes en el mercado se escogió Android, por las facilidades y demás utilidades en cuanto a la programación que ofrece dicho entorno.
- En cuanto a la captura de las imágenes, la resolución mínima aceptada que debe tener la cámara es de 3MP dado que una resolución menor no cumple con los requerimientos exigidos por el especialista.
- Se observó la importancia del Dermoscopio en el uso de la aplicación dado que ofrece una perspectiva más amplia para la realización de diagnósticos puesto que posee 24 LEDs que en el modo polarizado se hace más rápido y fácil ver más profundamente la pigmentación y la vascularización con o sin contacto.
- Para el estudio de las imágenes, el formato JPEG es aquel que ofrece una mejor relación calidad-tamaño, ya que además de la

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

compatibilidad que ofrece dicho formato con la mayoría de dispositivos móviles existentes en el mercado, realiza una compresión apta que permite la transmisión de archivos en un rango de tiempo aceptable y que además no afecta de manera notoria la calidad de las imágenes.

- La aplicación presentó mayor utilidad en la evaluación de pieles clasificadas dentro del fototipo cutáneo III. Esto es importante dado que un porcentaje considerable de la población del país cumple con esta característica.
- Se pudo llevar a cabo la transmisión y recepción de imágenes dermatoscópicas, pudiendo obtener la integridad de la información que se transmite, verificada en cada dispositivo usado como receptor respectivamente.
- Se pudo llevar a cabo la transmisión y recepción de texto mediante la utilización de los servicios de chat que ofrece la aplicación, verificándose en tiempo real la comunicación entre ambos dispositivos.

Además de lo mencionado anteriormente, se observó que la productividad de dicha aplicación es bastante extensa, dado que se ofrece una herramienta innovadora para realizar consultas entre médicos.

Las recomendaciones que se realizan a este Trabajo Especial de Grado son las siguientes:

- 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

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

enfermedades dermatológicas para facilitar la realización de esta aplicación.

- Realizar una segunda versión en donde se pueda optimizar las imágenes para así poder transmitir las bajo una red 2G.
- Realizar una ampliación en los servicios de chat, como por ejemplo notas de voz.
- Se recomienda la inclusión de esta aplicación en otros sistemas operativos presentes en el mercado, para que el especialista que no posea un dispositivo móvil con sistema operativo *Android* pueda beneficiarse con el uso de la misma.

El aprendizaje obtenido durante el desarrollo del proyecto en cuestión es inmensurable dado la cantidad de campos que abarca el tema tratado, destacando que además se puso en práctica elementos teóricos vistos durante el desarrollo de la carrera.

BIBLIOGRAFIA

- [1] G. Aparício., «Series Tecnologías en Salud,» [En línea]. <http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/TecnologiasSaludV3.pdf>. [Último acceso: Noviembre 2012].
- [2] DermLite., «DermLite II Hybrid M,» [En línea].<http://www.dermlite.com/cms/es/comprar-productos/productos-portatiles/dermlite-ii-hybrid-m.html>. [Último acceso: Noviembre 2012].
- [3] L. Ferrandiz., «Teledermatología revisión sistemática y evaluación económica,» 2008. [En línea].http://aunets.isciii.es/ficherosproductos/sinproyecto/35_AETSA_2006-21.pdf. [Último acceso: Julio 2013].
- [4] J. Gonzalez., «Fototipos Cutaneos,» 25 Junio 2009. [En línea]. [Último acceso: Agosto 2013].
- [5] «Luz,» [En línea]. Available: <http://www.profesorenlinea.cl/fisica/Luz.htm>. [Último acceso: Agosto 2013].
- [6] P. Vivanco., «Desarrollo de una Virtual Private Network (VPN) para la conexión de una empresa con sucursales en provincias,» Octubre 2003. [En línea]. http://www.academia.edu/417570/Desarrollo_de_una_Virtual_Private_Network_VPN_para_la_interconexion_de_una_empresa_con_sucursales_en_provincias.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

- [Último acceso: Septiembre 2013].
- [7] A. Vilchez, «Que es Android: Características y Aplicaciones.,» 02 Abril 2009.
[En línea]. <http://www.configurarequipo.com/doc1107.html>. [Último acceso: Noviembre 2012].
- [8] A. Perez., «XML.,» [En línea]. Available: <http://xml.awardspace.com/sintaxis.html>. [Último acceso: Agosto 2013].
- [9] L. Mensoza., «Sistema de Informacion.,» [En línea]. [Último acceso: Octubre 2013].
- [10] P. Zaballos., «Descripcion y Evaluacion de los parametros y patrones dermatoscopicosdelaslesionescutaneas,» Julio 2011. [En línea]. http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/79041/PZD_TESIS.pdf;jsessionid=4F35E2F201D95953154D6696CCC5817D.tdx2?sequence=1. [Último acceso: Agosto 2013].
- [11] C. Ordonez., «Formatos de Imagen Digital,» 10 Mayo 2005. [En línea].
http://www.revista.unam.mx/vol.6/num5/art50/may_art50.pdf.
[Último acceso: Septiembre 2013].
- [12] DermLite, «DermLite II Hybrid M,» [En línea]. [Último acceso: Noviembre 2012].
- [13] IBM, «IBM eserver xSeries 345 8670,» [En línea].
http://www.almacen-informatico.com/IBM_eserver-xseries-345-8670-K071XSP_33148_p.htm#ficha_tecnica. [Último acceso: Agosto 2013].

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

[14] R. H. Enterprise., «Protocolo SSH.,» [En línea]. <http://www.gb.nrao.edu/pubcomputing/redhatELWS4/RH-DOCS/rhel-rg-es-4/ch-ssh.html>. [Último acceso: Septiembre 2013].

[15] «Transferencia de Archivos Asegurada con SSH por SFTP,» [En línea]. <http://www.zephyrcorp.com/es/transferencia-archivos-asegurada-ssh.htm>. [Último acceso: Septiembre 2013].

[16] FileZilla, «FileZilla,» [En línea]. <http://www.filezilla.com.ar/>. [Último acceso: Septiembre 2013].

[17] M. Suárez, «Programación en diversos lenguajes,» [En línea]. [Último acceso: Agosto 2012].

[18] A. Cobo., «MySQL,» de PHP y MySQL tecnologías para el desarrollo de aplicaciones web, 2005, pp. 339-350.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

ANEXO °1

**PROTOCOLOS Y PROGRAMAS PARA LA TRANSFERENCIAS
DE ARCHIVOS**

Protocolos y Programas para la Transferencia de Archivos

En este documento se muestra una definición de cada uno de los protocolos utilizados para la transferencia de archivos, así como de los programas utilizados para el envío de archivos.

II.8. Protocolo SSH (*Secure Shell*)

SSH (*Secure Shell*) es un protocolo que facilita las comunicaciones seguras entre dos sistemas usando una arquitectura cliente/servidor y que permite a los usuarios conectarse a un host remotamente. SSH encripta la sesión de conexión, haciendo imposible que alguien pueda obtener contraseñas no encriptados.

II.8.1. Características de SSH

El protocolo SSH proporciona los siguientes tipos de protección:

- Después de la conexión inicial, el cliente puede verificar que se está conectando al mismo servidor al que se conectó anteriormente.
- El cliente transmite su información de autenticación al servidor usando una encriptación robusta de 128 bits.
- Todos los datos enviados y recibidos durante la sesión se transfieren por medio de encriptación de 128 bits, lo cual los hacen extremadamente difícil de descifrar y leer. [14]

II.9. Protocolo SFTP

SFTP es un protocolo del nivel de aplicación que permite la transferencia y manipulación de archivos sobre un flujo de datos fiable. Es utilizado con SSH para proporcionar la seguridad a los datos y permite ser usado con otros protocolos de seguridad. [15]

Fillezilla

Es el mejor cliente FTP, gratuito. Posee una agradable e intuitiva interfaz. Sustenta FTP, SFTP y FTP sobre SSL. Es multiplataforma y está disponible para Linux, FreeBSD y MacOS X. Muy cómodo para actualizar archivos en su hosting.

Características de Fillezilla

- Fácil de usar.
- Traducido a múltiples idiomas.
- Soporte de codificación SFTP sobre SSH y FTP sobre SSL/TLS
- Permite reanudar la transferencia de archivos y maneja archivos de gran tamaño
- Administrador de sitios
- Cola de transferencia
- Comunicación a través de un proxy, un proxy FTP o un firewall
- Registro de mensajes [16]

VPN Client

Es un programa para establecer túneles encriptados para la conectividad remota altamente segura para empleados móviles o teletrabajadores.

Es una herramienta fácil de desplegar y usar, nuestra ipsecurity (IPsec)-basada en el cliente VPN es compatible con todos los productos VPN de Cisco.

El cliente VPN de Cisco:

- Puede ser pre configuradas para implementaciones masivas.
- Requiere poca intervención del usuario para las conexiones iniciales.
- Complementa el cliente de Cisco AnyConnect Secure Mobility.

ANEXO N° 2

LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

Lenguajes de Programación

En el siguiente documento se describen los lenguajes de programación utilizados en la aplicación y para su funcionamiento efectivo con la base de datos.

II.12.1. JAVA

Según Oracle “Java es una tecnología que se usa para el desarrollo de aplicaciones que convierten a la Web en un elemento más interesante y útil, permite jugar, cargar fotografías, chatear en línea, realizar visitas virtuales y utilizar servicios como, por ejemplo, cursos en línea, servicios bancarios en línea y mapas interactivos. Si no dispone de Java, muchas aplicaciones y sitios web no funcionarían.”

De igual forma al descargar el software de Java se obtiene el *JRE* (Entorno de tiempo de ejecución), este consta del JVM (*Java Virtual Machine*-Entorno de tiempo de ejecución), las clases centrales de la plataforma de Java y bibliotecas de apoyo. El *JRE* es la parte relacionada con la ejecución del software y es lo único necesario para ejecutar Java en el navegador.

II.12.3. Eclipse

Eclipse es un programa informático compuesto por un conjunto de herramientas de programación de código abierto multiplataforma para desarrollar lo que el proyecto llama "Aplicaciones de Cliente Enriquecido". Esta plataforma, típicamente ha sido usada para desarrollar en IDE (*Integrated Development Environment*-Entornos de Desarrollo Integrados).

II.12.3.1. Características

- Eclipse dispone de un Editor de texto con resaltado de sintaxis.
- La compilación es en tiempo real.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

- Tiene pruebas unitarias con JUnit, control de versiones con CVS, integración con Ant, asistentes (*wizards*) para creación de proyectos, clases, tests, etc., y refactorización.
- Asimismo, a través de "plugins" libremente disponibles es posible añadir control de versiones con subversión e integración con Hibernate.

II.10. Protocolo PHP

PHP tiene como significado Procesador de Hipertexto (*Hypertext Preprocessor*), que es en sí un lenguaje de alto nivel que se inserta en documentos del tipo "HTML" y que se ejecuta en el lado del servidor, a diferencia de otros lenguajes como JavaScript que son interpretados en el lado del cliente (el navegador del usuario). Es por esto que si el código de las páginas se interpreta en el servidor, entonces usuario recibirá el producto de todos los procesos sin conocer el código que los ha producido. [17]

II.11.MYSQL

MySQL es un sistema de administración de bases de datos relacionales rápido, solido y flexible. Es ideal para crear bases de datos con acceso desde páginas web dinámicas, para la creación de sistemas de transacciones on-line o para cualquier otra solución profesional que implique almacenar datos teniendo la posibilidad de realizar múltiples y rápidas consultas.

MySQL ofrece varias ventajas respecto a otros sistemas gestores de bases de datos:

- Tiene licencia pública, permitiendo no solo la utilización del programa sino también la consulta y modificación de su código fuente. Resulta por tanto fácil de personalizar y adaptar a las necesidades concretas.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

- El programa está desarrollado en C y C++, lo que facilita su integración en otras aplicaciones desarrolladas igualmente en esos lenguajes.
- Puede ser descargado gratuitamente en Internet haciendo uso de su licencia GPL.
- Para aquellos que deseen que sus desarrollos basados en MySQL no sean “código abierto” existe también una licencia comercial.
- MySQL utiliza lenguaje SQL (Lenguaje de Consulta Estructurado- *Structured Query Language*) que es el lenguaje de consulta más usado y estandarizado para acceder a bases de datos relacionales. Soporta la sintaxis estándar del lenguaje SQL para la realización de consultas de manipulación, creación y de selección de datos.
- Es un sistema cliente/servidor, permitiendo trabajar como servidor multiusuario y de subprocesamiento múltiple, es decir, cada vez que se establece una conexión con el servidor, el programa servidor crea un subproceso para manejar la solicitud del cliente, controlando el acceso simultáneo de un gran número de usuarios a los datos y asegurando el acceso solo a usuarios autorizados.
- MySQL dispone de un sistema sencillo de ayuda en línea, y de un monitor que permite realizar todas las operaciones desde la línea de comandos del sistema, sin necesitar ningún tipo de interface de usuario grafica. Esto facilita la administración remota del sistema utilizando telnet.
- Es portátil, es decir, puede ser llevado a cualquier plataforma informática. MySQL está disponible en más de veinte (20) plataformas diferentes.
- Es posible encontrar gran cantidad de software desarrollado sobre MySQL o que soporte el mismo. En concreto, son de destacar

diferentes aplicaciones de código abierto para la administración de las bases de datos a través de un servidor web.

Organización de MySQL

Está conformada por distintas bases de datos, cada una de las cuales consta de una o varias tablas, las cuales contienen toda la información. Estas tablas están conformadas por tres elementos principales:

- **Columnas:** Deben tener un nombre único, para poder hacer referencia a cada una de ellas evitando el riesgo de ser confundidas con las demás. Pueden ser de tipo Numérico, Fecha, Cadena.
- **Datos:** Son la información que se almacena por filas dentro de las distintas tablas MySQL de las que se disponen, y cada uno de los registros es del tipo de datos de la columna a la que pertenece.
- **Índices:** Sirven para mejorar el tiempo de respuesta de MySQL en las consultas cuando se realizan búsquedas en las distintas tablas.

4. PHP y MySQL.

PHP dispone de funciones predefinidas específicas para comunicarse de forma efectiva con MySQL mediante un proceso que generalmente suele desarrollarse pasando por las siguientes etapas:

- Conexión de PHP a la base de datos MySQL
- Realización de una consulta a la base de datos MySQL (MySQL Query).
- Procesamiento de los datos obtenidos.
- Liberación de resultados y cierre de la conexión con la base de datos MySQL
- MySQL cierra de forma automática las conexiones con la base de datos una vez procesado el documento “PHP” que las abrió, pero por cuestiones de seguridad, es recomendable cerrar todas las conexiones que se establezcan. [18]

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

ANEXO N°3

FUNCIONAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DEL DERMATOSCOPIO DERMLITE II HYBRID M.

Funcionamiento y Características del Dermoscopio Dermlite II Hybrid M

A continuación se describe el funcionamiento del dermatoscopio que se utilizó a lo largo de proyecto.

Dermoscopia polarizada ultra brillante y captura de imágenes tradicionales por inmersión en fluidos en un solo dispositivo.

Dermlite II Hybrid M es un dermatoscopio de tecnología patentada que la iluminación no polarizada para dermoscopia por inmersión en fluidos, con la polarización transversa para dermoscopia con o sin contacto con la piel. Este versátil dispositivo de tamaño compacto ofrece un potente sistema de iluminación, una lente de 25 mm, adaptabilidad a cámara o iphone, y una pila recargable de litio totalmente integrada.

Más luz, más opciones.

DermLite II Hybrid M combina DermLite II Hybrid M combina las ventajas únicas de la dermoscopia polarizada y la dermoscopia por inmersión en fluidos. En el modo polarizado, la observación de pigmentaciones profundas y vascularidades resulta una tarea rápida y sencilla, ya sea con o sin contacto, gracias a sus 24 LED y a su potente pila de litio. Para realizar una dermoscopia por inmersión en fluidos, active los 8 LED no polarizado mediante la simple pulsación de un botón.

Preparado para la dermoscopia digital.

Con DermLite II Hybrid M grabar lo que está observando es más fácil que nunca. Acóplelo a su cámara digital o iPhone a través de la conexión que incluye el dispositivo (se requiere el uso de adaptadores para utilizarlo con cámaras), extienda el espaciador y comience a capturar imágenes de alta calidad y libres de reflejos de una forma rápida y sencilla.

Un set totalmente completo.

DermLite II Hybrid M es la elección preferida de los dermatólogos que aprecian las ventajas de la dermoscopia con polarización transversal y las de la exanimación tradicional de la piel mediante la técnica por inmersión en fluidos. Cada

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

unidad incluye 5 años de garantía, una funda de silicona con cinta y un cargador de pilas.



ANEXO N°4

IMÁGENES TOMADAS CON EL DERMATOCOPIO DERMLITE II HYBRID M (IMÁGENES SIN EL DERMATOSCOPIO Y CON EL DERMATOSCOPIO DE PRUEBA)

Imágenes Tomadas con el Dermoscopio Dermlite II Hybrid M (Imágenes sin el Dermoscopio y con el Dermoscopio de Prueba)

A continuación se presentan algunas imágenes de prueba, las de la izquierda son imágenes capturadas sin el dermatoscopio y las de la derecha son tomadas utilizando el dermatoscopio.



Figura 2: Seudorid de pigmento (Cara)

Fuente: Dra. Mayerith Torreyes



Figura 3: Estructuras Vasculares– Vasos Arborizant Carcinoma Basocelular

Fuente: Dra. Mayerith Torreyes

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

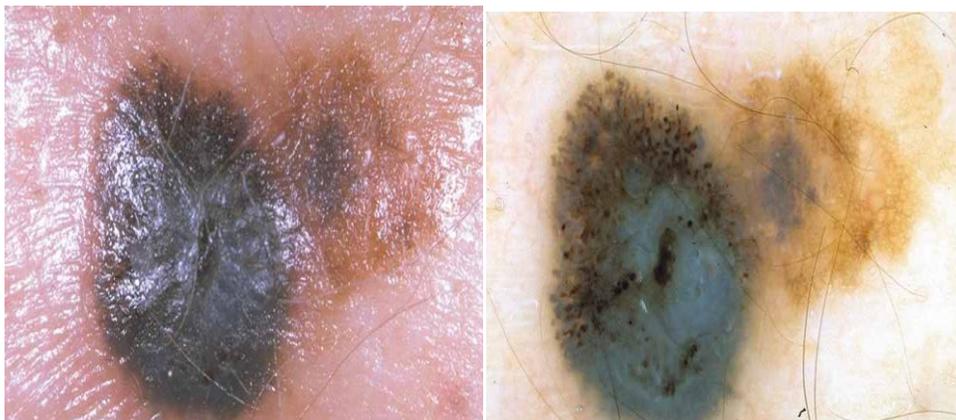


Figura 4: Velo Blanco Azulado

Fuente: Dra. Mayerith Torreyes

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

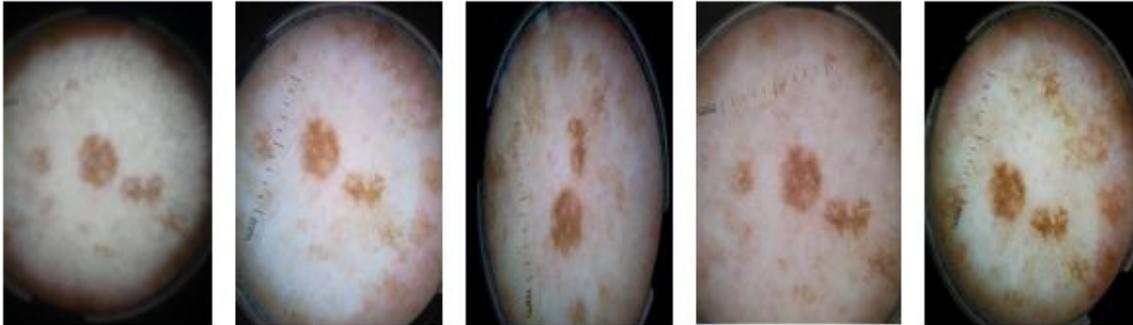
ANEXO N°5
FORMATO DE ENCUESTA

Encuesta de Resolución de Imágenes Dermatoscópicas.

Nombre y Apellido: _____

Edad: _____

A continuación se presentaran imágenes capturadas con diferentes resoluciones de cámaras de dispositivos móviles con Sistema Operativo Android.



A

B

C

D

E

1.- Enumerar en una escala del 1 al 5, la imagen que mejor resolución tenga para usted para poder realizar un buen diagnóstico. (1- Mejor resolución, 5- Peor resolución).

A.- ()

B.- ()

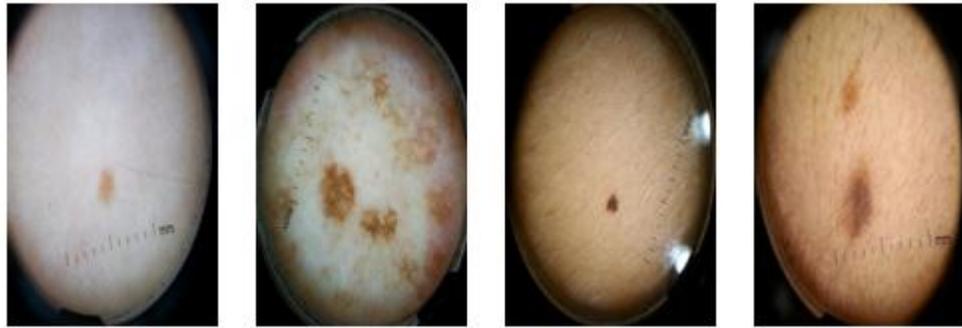
C.- ()

D.- ()

E.- ()

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

A continuación se presentaran imágenes capturadas con la misma resolución pero en diferentes fototipos cutáneos.



A

B

C

D

2.- Enumerar en una escala del 1 al 4, en que fototipo cutáneo se observa mejor la imagen para realizar un diagnostico con más precisión. (1- Mejor, 4- Peor).

A.- ()

B.- ()

C.- ()

D.- ()

3.- ¿Seria de utilidad para usted una aplicación desarrollada en dispositivos móviles para enviar y recibir imágenes dermatoscópicas con la finalidad de hacer consultas a distancia con sus colegas? (Marcar con una X)

SI ()

NO ()

ANEXO N°6

**RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS POR LOS
DERMATÓLOGOS EN EL HOSPITAL MILITAR DOCTOR
CARLOS ARVELO**

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.

Desarrollo una aplicación para dispositivos móviles que permita transmitir y recibir imágenes dermatológicas.
